

日本

# 生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

36巻 8・9号 1974

## 第51回日本生理学会大会号

Proceedings of the 51th General Meeting  
of the Physiological Society of Japan

昭和49年6月26～28日

北海道大学医学部

### 資料

生理学教育シンポジウム (1974) .....415

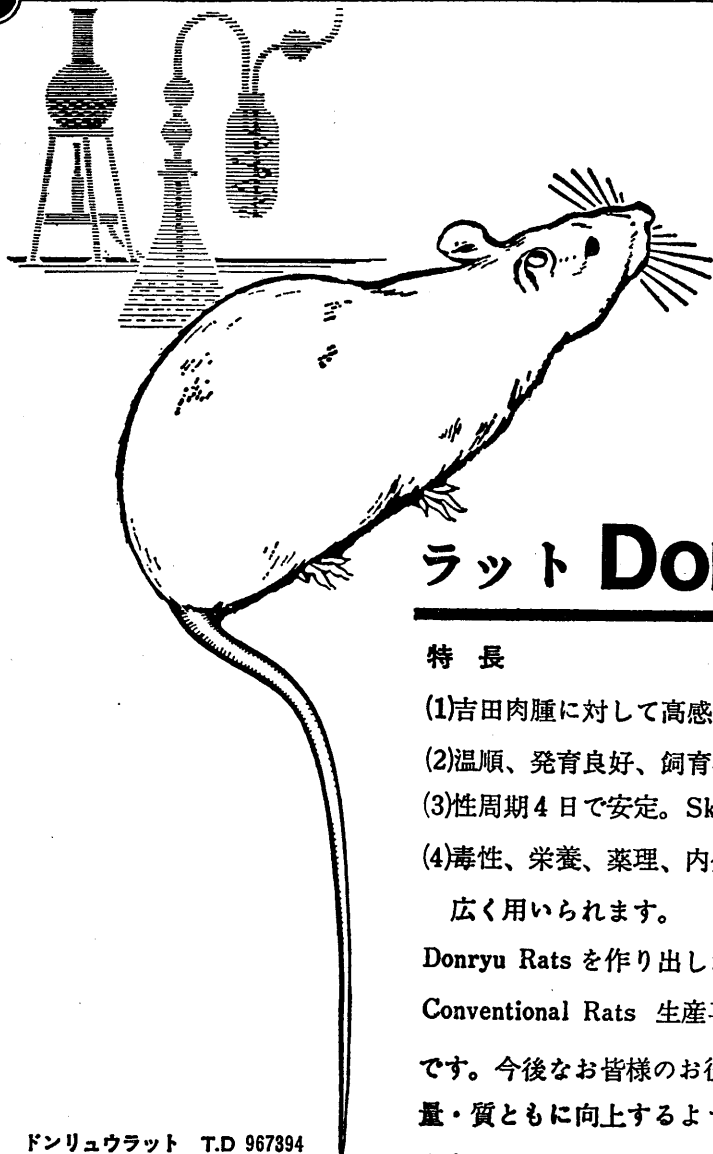
### 会報

日本学術会議第66回総会報告 .....431

事務局よりお願い .....432

日本生理誌  
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会



## ラット Donryu

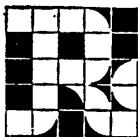
### 特長

- (1)吉田肉腫に対して高感受性を有す。
- (2)温順、発育良好、飼育容易。
- (3)性周期4日で安定。Skin Graft 高率。
- (4)毒性、栄養、薬理、内分泌その他、  
広く用いられます。

Donryu Rats を作り出した日本最大の  
Conventional Rats 生産専門メーカー  
です。今後なお皆様のお役にたつため  
量・質ともに向上するよう努力いたし  
ます。

ドンリュウラット T.D 967394  
Donryu-rat T.D 995227

飼育系統——〈Donryu〉〈Wistar〉〈Buffalo〉



日本ラット(株)

埼玉県浦和市根岸608-3  
TEL(0488)61-6850・6401

# 第51回日本生理学会大会号目次

第51回日本生理学会を顧みて	266
<b>1. 脊髄・末梢神経 (1—6)</b>	
1. 太い線維の選択的伝導遮断について。福島菊郎, 箭原 修, 加藤正道 (北大, 医, 第二生理)	267
2. カエル脊髄神経節の活動電位の接近電極記録。円谷 豊, 森 昭雄, 大沢 昭, 松田佳宜, 伊藤尚雄, 山県一仁 (日大, 医, 第一生理)	267
3. $\gamma$ 運動ニューロンの脊髄温度の影響, 及び皮膚温度との相互干渉作用。佐藤春彦 (名古屋市大, 医, 第二生理)	267
4. 脊髄半切サルにおける膝蓋腱反射亢進の発現機序について (第2報)。青木 藩, 森 茂美, 藤森聞一 (北大, 医, 第二生理)	268
5. SBS 反射の脊髄径路と脳幹の反射中枢について。島村宗夫 (東京都神経研, 神経生理)	268
6. クラーク柱以下のレベルに起始する同側性脊髄小脳路について。青山正征, 工藤典雄, 本郷利憲* (筑波大, 生理・東京医歯大, 歯, 生理*)	268
<b>2. 小 脳 (7—16)</b>	
7. 小脳性運動失調の神経機構。出浦滋之, 藤田雅文, 長崎幸雄 (岐阜大, 医, 第二解剖)	269
8. 四足歩行ネコにおける延髄・小脳ニューロンの活動。有働正夫, 田中啓治, 小田洋一 (阪大, 基礎工, 生物)	269
9. サルの小脳プルキンエ細胞活動と急速および緩徐追跡作業。真野範一, 山本健一* (東京都神経研神経生理・東大, 脳研, 生理*)	269
10. 小脳片葉による前庭動眼反射の制御機構。ゲラルドッチ, 伊藤正男, 志井田 孝, 八木伸也, 山本三幸 (東大, 医, 第一生理)	270
11. ネコ小脳プルキンエ細胞における GABA と butyrophenones との協力作用について。丸山昇治, 川崎 匡 (新潟大, 脳研, 神経生理)	270
12. プルキンエ細胞の賦活様式について。高比良英輔 (神戸大, 医, 第二生理・東海大, 医, 第一生理)	270
13. 小脳片葉プルキンエ細胞の光受容野の特性。前川杏二, 木村 実* (自治医大, 第一生理・東大, 医, 第一生理*)	271
14. 前庭脊髄路のオーガニゼーション。赤池 忠 (東大, 医, 第一生理)	271
15. 小脳室頂核への前庭性入力。古屋信彦, 河野憲二, 島津 浩* (群馬大, 医, 行動研生理・東大, 医, 脳研生理*)	271
16. ネコ前庭眼反射系の動特性に対する小脳と脳幹の影響。篠田義一, 吉田 薫 (東大, 医, 脳研生理)	272
<b>3. 間脳・脳幹 (17—39)</b>	
17. 咬筋と顎二腹筋の間にある相互抑制現象について。伊東啓八郎, 高田 充, 河村洋二郎 (阪大, 歯, 口腔生理)	272
18. 三叉神経運動ニューロンにたいする延髄網様体性制御。中村嘉男, 高取真史, 菊池十一* (東京医歯大, 歯, 顎研生理・東京医歯大, 歯, 麻酔*)	272
19. 三叉神経入力の側方抑制。伊志嶺せち子, 彦坂興秀, 中村嘉男* (東大, 医, 脳研生理・東京医歯大, 歯, 顎研生理*)	273

20. 嚙下時の延髄網様体電気活動と嚙下諸筋の活動との相関. 中山 沃, 衿屋俊昭,  
渡辺克仁, 山里晃弘 (岡山大, 医, 第二生理) .....273
21. 顔面運動ニューロンに対する上位脳中枢の影響. 田中 任, 浅原俊弘, 勝田 穰  
(三重大, 医, 第二生理) .....273
22. Ⅲ, Ⅳ, Ⅵ神経核運動細胞に対する錐体路の制御様式. 内野善生, 平井直樹, 渡部士郎  
(杏林大, 医, 第一生理) .....274
23. 橋部切断ネコの垂直眼球運動に対する皮質視覚野の影響. 川村 浩, 西岡伸子, 浦野  
明央 (三菱化成, 生命科学研究, 脳神経生理) .....274
24. 視床の条件刺激と皮質誘発電位. 滝本洋司, 越野兼太郎, 栗本匡久\*, 三木正毅\*,  
中埜 賢\* (阪大, 脳外科・関西医大, 脳外科\*) .....275
25. ヒト視床に於ける neural noise について. 深町 彰, 宮崎瑞穂, 磯部逸夫, 大江千広,  
植林博太郎\* (群馬大, 医, 脳神経外科・神経科クリニック\*) .....275
26. 皮膚頰回電気刺激によって出現する視床 VB ニューロンの周辺抑制. 岩村吉晃, 犬伏式生  
(東邦大, 医, 第一生理) .....275
27. 視床大脳皮質投射の生理学的研究. 佐々木和夫, 岡 宏, 松田好弘, 安田 隆,  
水野 昇\* (京大, 医, 脳研生理・京大, 医, 解剖\*) .....276
28. 赤核ニューロン・シナプスの可塑性. 塚原伸晃, H. Hultborn, 村上富士夫, 藤戸 裕  
(阪大, 基礎工, 生物工学) .....276
29. 視覚系単一ニューロンの時系列分析. 中浜 博, 佐藤孝行, 石井直宏, 山本光璋  
(東北大, 医, 脳研生理) .....276
30. 慢性ネコから同時導出した脳単一ニューロンの自発発射活動について. 中浜 博,  
山本光璋, 石井直宏, 桜田 忍\*, 嶋 啓節\* (東北大, 脳研生理・東北薬大, 薬品作用\*) .....277
31. ラット摂水中枢ニューロンのアンギオテンシン感受性について. 大村 裕, 小野武年,  
杉森睦之, 中村 勉 (金沢大, 医, 第二生理) .....277
32. 前頭葉と視床下部との機能連絡. 大村 裕, 杉森睦之, 中村 勉, 山田靖幸, 滝川守国\*,  
(金沢大, 医, 第二生理・鹿児島大, 医, 精神\*) .....277
33. 内側前脳刺激に対する視床下部の誘発反応 (続). 伊藤宗之 (愛知県コロニー, 生理) .....278
34. 視索前野におけるコリン作動性, GABA 作動性及びアドレナリン作動性線維支配の分布.  
片岡喜由, 反町 勝, 奥野幸子, 水野 昇\* (愛媛大, 医, 第一生理・京大, 医,  
第一解剖\*) .....278
35. 外側膝状体のコリン作動性機序に関する研究. 畑田耕司, 岩田宜芳\*, E・ドミノ  
(ラフイエットクリニック, ミシガン大, 薬理・現所属: 三共, 中央研\*) .....278
36. カエル舌下神経の反射性放電. 中原 敏, 香西博之, 本田栄子, 中村修一  
(九州歯大, 生理) .....279
37. 歯牙圧迫に対する中脳応答. 天野仁一朗, 船越正也 (岐阜歯大, 口腔生理) .....279
38. ラット歯髄刺激に反応する視床ニューロンの特性. 重永凱男, 俣野彰三, 岡田和彦,  
堺 章 (阪大, 歯, 第二解剖) .....279
39. ニワトリ終脳および視床下部の神経活動における閃光刺激の影響. 矢野二郎  
(名大, 農, 生理) .....279
- 4. 行動・表現 (40—52)**
40. 感覚刺激の声門閉鎖反射に対する影響. 鈴木理文, 田村憲正\*, 小野塚 実\*, 菅谷英一\*  
(横浜市民病院, 耳鼻・神奈川歯大, 生理\*) .....280
41. 文脈効果と誘発電位. 下河内 稔, 桑野園子\* (阪大, 人間科学科・阪大, 医療短大\*) .....280

42. Moter dominant focus を形成したウサギにおける運動反応の出現と覚醒水準との関係。  
堀 泰雄, 山口勝機\* (阪大, 医, 第二生理・阪大, 人間科学, 比較行動\*) .....281
43. 前頭シータ突発波出現時の身体的諸機能の変化。丹羽健市, 山口雄三\* (大阪教育大,  
体育・阪大, 医, 第二生理\*) .....281
44. ヒトにおける REM 睡眠時の眼球運動について。森田雄介 (徳島大, 医, 第二生理) .....281
45. 睡眠時の植物機能変化よりみた脳の発達について。松本淳治, 木内妙子, 森田雄介  
(徳島大, 医, 第二生理) .....281
46. 脳発達に及ぼすホルモンの効果。塚田裕三, 野村正彦 (慶大, 医, 生理) .....282
47. 動物催眠や末梢刺激によって誘起される徐波に対する 5-hydroxy-tryptamine  
の作用, および徐波誘起の末梢刺激条件。武重千冬, 羅 昌平, 佐藤三千雄,  
清水加代子 (昭和大, 医, 第一生理) .....282
48. 1 回強化による受動的回避行動における記憶再生の神経メカニズムについて。  
新井節男, 北村俊雄\*, 吉井直三郎\*\* (関西学院大, 保健体育・阪大, 医, 第二  
生理\*・兵庫医大, 第二生理\*\*) .....282
49. Conditioning 及び pseudoconditioning 時におけるウサギ運動皮質ニューロン活動の  
分析。秦 順一, 吉井直三郎, 堀泰 雄\* (兵庫医大, 第二生理・阪大, 医, 第二生理\*) .....283
50. 条件づけの様式と脳誘発電位との関連。杉本助男, 木田光郎 (名大, 環境医研, 第六部門) .....283
51. サル注視行動時における前頭前野ニューロンの活動。鈴木寿夫, 東 正夫 (弘前大,  
医, 第二生理) .....283
52. 遅延反応の未完全学習時における前頭前野ニューロン活動について。久保田 競,  
小嶋祥三\* (京大, 霊長類研, 神経生理・京大, 霊長類研, 心理\*) .....284

## 5. 終 脳 (53—62)

53. 頭頂連合野のニューロン活動と視覚的方向知覚。酒田英夫, V. B. Mountcastle\*,  
J. H. Lynch\* & A. P. Georgopoulos\* (東京都神経研, 病態神経生理・ジョンス,  
ホプキンス大, 生理\*) .....284
54. 大脳皮質錐体路細胞における漸増反応および増強反応の解析。荒木辰之助, 遠藤克昭  
(京大, 医, 第一生理) .....285
55. 大脳運動電位における半球優位性。及川俊彦, 藤谷嘉子, 久田研二 (鳥取大, 医,  
第二生理) .....285
56. 皮質運動領への視覚入力。小川哲朗, 加藤宏司, 滝森 徹 (秋田大, 医, 第一生理) .....285
57. 錐体路細胞の応答様式とバルビタール麻酔。亀田和夫, 北田泰之, 島田久八郎,  
真貝富夫\* (新潟大, 歯, 生理・秋田大, 医, 第二生理\*) .....286
58. 網膜の電気及び光刺激による大脳皮質視覚領18野19野の神経回路の解析。外山敬介,  
竹田俊明\* (NHK基礎研・東大, 医, 第一生理\*) .....286
59. 大脳皮質における細胞外イオン濃度とグリア細胞。野田行文, 高頭迪明, 塩屋明利,  
菅谷英一\* (中外製薬総合研, 薬理・神奈川歯大, 生理\*) .....287
60. ネコの前庭神経核刺激によるシルビウス上溝前部周辺の反応野について。三宅彰英,  
時々輪浩穂, 渡辺 悟 (岐阜大, 医, 反射研生理) .....287
61. 誘発電位の皮質内分布。渡辺 悟, 時々輪浩穂, 鈴木宏哉\* (岐阜大, 医, 反射研生理・  
東京教育大, 教, 生理\*) .....287
62. 光誘発2次反応の麻酔薬による解析。内田 孝, 藤井崇知, 岩瀬善彦 (京都府医大,  
第二生理) .....288

## 6. 自律神経 (63—75)

63. 筋運動と脳循環との関連性に関する電気生理学的研究. 安原基弘, 内藤博江, 内山正三  
(関西医大, 第二生理) .....288
64. イヌの膀胱運動のリズムをもった橋・中脳の単位放電. 岡田博匡, 山根正信  
(川崎医大, 生理) .....288
65. 内臓-内臓神経胃運動抑制反射における胃運動中枢の電氣的活動. 藤井一元, 溝西 伍  
(広島大, 医, 第二生理) .....289
66. 胃運動のアトロピン耐性促進について. 銭場武彦, 藤井一元, 溝西 伍 (広島大,  
医, 第二生理) .....289
67. 血圧受容器からの血糖調節反射. 福田昭子, 新島 旭, 小島富美子 (新潟大,  
医, 第一生理) .....289
68. 自律神経伝達物質の開口分泌. 長沢純一郎, 鈴木恒彦, 鈴木泰三 (東北大, 医, 応用生理) .....290
69. MV と自律神経機能-呼吸運動との関連性. 尾崎俊行, 五十嵐勝朗\* (弘前大, 医,  
第一生理・小児科\*) .....290
70. 皮膚から胃への反射. 加世田正和, 佐藤昭夫, 佐藤優子, 鳥潟裕子 (東京都老人研,  
基礎第二生理) .....290
71. 延髄孤束核: 頸動脈神経刺激によって誘発されたシナプス後電位について. 三浦光彦  
(千葉大, 医, 第二生理) .....291
72. 内臓平滑筋臓器に及ぼす脊髄温度刺激の影響. 入来正躬, 土屋勝彦, 古沢恵美,  
松下則彦 (東京都老人研, 第一生理) .....291
73. ウシガエル交感神経節細胞の EPSP の発生機序. 久場健司, 額額教三 (久留米大,  
医, 第二生理) .....291
74. カエル交感神経節 slow IPSP のアドレナリン作動性の検討. 小林春雄, 登坂恒夫  
(東京医大, 第一生理) .....291
75. アドレナリンと electrogenic Na pump. 赤須 崇, 額額教三 (久留米大, 医, 第二生理) .....292

## 7. 神経化学 (76—83)

76. 不眠動物の産生および睡眠促進物質の効果検定のための長期自動計測制御システム  
の開発. 市川 一, 本多和樹, 井上昌次郎, 長崎紘明\*, 入来正躬\*, 内菌耕二\*\*  
(東京医歯大, 医用研制御・東京都老人研, 基礎第一生理\*・東大, 医, 第二生理\*\*) .....292
77. ラット脳幹の睡眠促進物質. 長崎紘明, 入来正躬, 井上昌次郎\*, 内菌耕二\*\* (東京都  
老人研, 第一生理・東京医歯大, 医材研\*・東大, 医, 第二生理\*\*) .....293
78. ウサギ上丘における GABA の層分布について. 岡田安弘 (東京都神経研, 神経生化学) .....293
79. コリンのとりこみ: コリン作動性神経終末の示標. 反町 勝, 片岡喜由, 奥野幸子,  
宮本寛治 (愛媛大, 医, 第一生理) .....294
80. 脳発育に伴う DNA 代謝について. 須田治彦, 野口鉄也, 塚田裕三 (慶大, 医, 生理) .....294
81. 分離ニューロンおよびグリア細胞群酵素活性の発育に伴う変動. 永田 豊, 難波経篤  
(名古屋保衛大, 医, 生理) .....294
82. Methylazoxymethanol 投与による実験的小頭症ラットの脳内アミンの変化と行動変化  
について. 松谷天星丸, 塚田裕三\*, 野村正彦\* (脳性麻痺研・慶大, 医, 生理\*) .....295
83. 実験的高フェニールアラニン血症白鼠脳の髄鞘中のサルファチド分解系について.  
平野修助, 岩崎美恵子, 高頭勉明, 野田行文 (東邦大, 医, 第二生理) .....295

## 8. 視 覚 (84—110)

84. イソアワモチの光興奮性神経細胞の機能と構造。後藤 司(福岡大, 医, 第一生理) ……295
85. イソアワモチ背眼の ERG とその成分要素。藤本克己, 奥埜良信\*(専修大, 教養生理・大阪教育大, 生物\*) ……296
86. クモ類単眼における感度の高進及び促通。山下茂樹, 立田栄光(九大, 理, 動物生理) ……296
87. 円口類松果体の光受容と電顕像。森田之大, 野村 巖\*(浜松医大, 第一生理・広島大, 歯, 生理\*) ……296
88. カエル剥離網膜の視細胞電位とメタロドブシン。搞 功, 松浦哲志(岐阜大, 医, 第一生理) ……297
89. カエルの網膜色素移動に対するアスパラギン酸ソーダの作用について。河本典子, 松浦哲志(岐阜大, 医, 第一生理) ……297
90. 脊椎動物視細胞膜のイオン透過性に及ぼす  $Ca^{++}$  の効果。伊藤寛志, 田内雅規(東京女子医大, 第二生理) ……297
91. カプトガン側眼における視細胞と視神経の発達について。植木キク子(東京女子医大, 第二生理) ……298
92. 網膜水平細胞に対する glutamate の作用。金子章道, 嶋崎裕志(慶大, 医, 生理) ……298
93. コイ網膜の双極細胞に対する薬物の効果。村上元彦, 大塚輝弥(慶大, 医, 生理) ……298
94. アミノ酸類の噴霧および局部投与によるコイ網膜光応答への影響。根岸晃六, 菅原 清, 加藤 聖(金沢大, 医, 神経情報研) ……299
95. コイの内網膜光応答の要素分析。根岸晃六, 菅原 清, 加藤 聖(金沢大, 医, 神経情報研) ……299
96. Procion yellow 電極法によるコイ水平細胞の再検討。橋本葉子, 加藤彰子, 井口三重, 須田行雄, 片桐康雄, 渡辺宏助(東京女子医大, 第一生理) ……300
97. コイ網膜アマクリン細胞の色受容域構成。御手洗玄洋, 後藤倬男, 高木貞治, 榊原 学(名大, 環境医研, 第五部) ……300
98. エイ網膜水平細胞の組織学的生理学的研究。豊田順一, 斉藤建彦, 近藤博明(聖マリアンナ医大, 第一生理) ……200
99. タコ視細胞間の側抑制機構。塚原保夫, 渡辺 誠, 鈴木 均, 田崎京二, 星 素\*(東北大, 第二生理・日大, 解剖\*) ……301
100. ERG の新小波(第2C波)。二唐東朔, 三田俊定, 佐藤 慧, 高松隆常(岩手医大, 医, 第一生理) ……301
101. ネコの網膜受容野内での順応効果。斎藤秀昭, 深田芳郎(NHK, 基礎研) ……301
102. 視神経とI細胞の結合様式について。住友一次, 杉谷道男, 岩間吉也(阪大, 医, 高次研, 神経生理) ……302
103. ウサギ外側膝状体の両眼性ニューロン。刈田啓史郎, 高橋弥穂\*(東北大, 歯, 生理・東北大, 医, 第二生理\*) ……302
104. 外側膝状体薄切片の電気活動とセロトニンの作用。山本長三郎(群馬大, 医, 行動研生理) ……302
105. 眼球運動時のネコ上丘のシナプス伝達。林 泰正, 永田 徹(阪大, 医, 高次研, 生理) ……302
106. ネコ視覚領(17野)のニューロンの受容域。梶 真寿, 浜田隆史, 杉江 昇(電子技術総合研) ……303
107. ネコ18野の明順応放電部位における受容野の性質。山根 茂, 杉江 昇, 二唐東朔\*(電子技術総合研・岩手医大, 医, 第一生理\*) ……303
108. 不連続光の臨界融合時における非恒常性について。附田 恵(東大, 医, 看護学校) ……303

109. 反転図形の刺激による誘発電位の振幅について. 辰濃治郎 (千葉大, 医, 第一生理) .....304
110. マムシ類の視蓋の **topographic representation**. 寺嶋真一, 五里主リチャード  
(東京医歯大, 医, 第一生理) .....304

### 9. 聴 覚 (111—116)

111. カエル有毛細胞と聴神経の応答について. 大山 浩, 須貝外喜夫 (金沢医大, 第一生理) .....304
112. 伝達物質の多部位放出モデル. 古河太郎, 松裏修四\* (東京医歯大, 医, 第一生理・  
大阪市大, 医, 第一生理\*) .....305
113. 聴ニューロン応答野と刺激法の関係. 谷口郁雄, 村田計一, 片山芳文, 橋本 享\*  
(東京医歯大, 難研神経生理・東京医歯大, 医用研制御\*) .....305
114. 聴ニューロンのチューニング特性と基底膜振動. 橋本 享, 村田計一\*, 片山芳文\*,  
谷口郁雄\* (東京医歯大, 医用研制御・東京医歯大, 難研神経生理\*) .....305
115. 刺激音の時間的構造と聴ニューロンの発火確率の分布. 片山芳文, 村田計一,  
谷口郁雄, 橋本 享\* (東京医歯大, 難研神経生理・東京医歯大, 医用研制御\*) .....305
116. ネコの大脳皮質聴領の神経機構. 野本昌弘 (独協医大, 第二生理) .....306

### 10. その他の感覚 (117—131)

117. カエル筋紡錘における **abortive spike** の起源. 伊藤文雄, 黒田英世, 金森憲雄,  
黒田 律 (愛知学院大, 歯, 生理) .....306
118. カエル筋紡錘の応答に対する **conditioning stretch** の影響. 米田継武, 石田絢子  
(順天堂大, 体育, 生理) .....306
119. 筋紡錘における2種のスパイクの発生について. 伊藤嘉房, 伊藤文雄\* (名大, 医,  
第二生理・愛知学院大, 歯, 生理\*) .....307
120. ヘビ筋紡錘単一錘内筋線維の性質 (第2報). 一木正則 (大阪医大, 第一生理) .....307
121. 筋から細径神経で伝えられる受容器の性質について. 熊沢孝朗, 水村和技 (名大,  
医, 第一生理) .....307
122. エンマコオロギでの関節受容器求心性インパルス. 東条吉邦, 藍 尚礼 (東京学芸大,  
生物生理) .....308
123. ザリガニ第2触角における機械刺激の受容. 秩父志行 (近畿大, 医, 第一生理) .....308
124. 皮膚の自由神経終末より導出される起動電位について. 宗像昭夫, 坂田三弥  
(東京歯大, 生理) .....308
125. 顔面骨骨膜における自由神経終末の圧刺激にたいする相動性応答. 坂田三弥,  
岡本日出夫 (東京歯大, 生理) .....309
126. 皮膚の赤外線受容に関する研究. 花岡利昌 (奈良女子大, 家, 生活環境) .....309
127. 硬骨魚の電気受容器における求心性シナプス伝達について. 樋口孝城, 梅北峻一,  
小原昭作 (帝京大, 医, 第一生理) .....309
128. 頸動脈小体化学受容器に対する **5-hydroxytryptamine** の作用. 西 勝英 (熊本大,  
医, 第二薬理) .....310
129. 胃の知覚神経, 特に迷走神経について. 山田 守, 岩井宣健, 笠木 健, 笠木はるみ  
(鳥取大, 医, 第一生理) .....310
130. 迷走神経肝臓枝中の求心ユニットについて. 足立 明 (新潟大, 医, 第一生理) .....310
131. 三叉神経脊髄路核尾側核への痛覚投射. 横田敏勝 (北大, 歯, 口腔生理) .....310

## 11. 化学受容 (132—148)

132. ヒキガエル嗅粘膜単一ユニットの二重刺激に対する応答. 飯島正治 (東北歯大, 生理) .....311
133. 性誘引物質に対するヨトウガ嗅神経系の応答. 渋谷達明, 相原康二\* (東京教育大, 理, 動物生理・筑波大, 生物\*) .....311
134. 匂刺激による僧帽細胞の応答に対する抑制. 渋谷達明, 相原康二\* (筑波大, 生物・東京教育大, 理, 動物生理\*) .....311
135. コイ嗅索および嗅球の振動電位. 上田一夫, 佐藤真彦 (東大, 理, 動物) .....312
136. ネコの前頭眼窩皮質における嗅覚応答野. 元木沢文昭 (群馬大, 医, 第二生理) .....312
137. サルの前頭葉, 梨状葉・扁桃核, 嗅球の単一細胞のニオイに対する応答の様式. 田辺晃久, 飯野昌枝, 大嶋由利子, 高木貞敬 (群馬大, 医, 第二生理) .....312
138. 甘味受容体に対するタンパク質分解酵素の作用. 日地康武 (宮崎医大, 生理) .....313
139. ラット有郭乳頭味蕾に特異的な蛋白研究. 上原政治 (帝京大, 医, 第二生理) .....313
140. 香辛料に対するラット舌の粘膜受容器の応答. 大國芳文, 板倉一民, 大久保信一 (衆議院, 歯, 生理研) .....313
141. ウサギの水受容器の刺激受容機構. 真貝富夫, 島田久八郎\* (秋田大, 医, 第二生理・新潟大, 歯, 口腔生理\*) .....313
142. カエル舌水受容器に対する Ca イオン依存性 ATP アーゼ阻害剤の作用. 野村浩道, 河野のり子 (松本歯大, 口腔生理) .....314
143. カエル舌水受容器の Ca<sup>2+</sup> 応答に対する Na<sup>+</sup> および Mg<sup>2+</sup> の競合的抑制. 北田泰之, 島田久八郎, 亀田和夫 (新潟大, 歯, 生理) .....314
144. カエル味細胞の受容器電位とその性質. 赤池紀生, 佐藤昌康 (熊本大, 医, 第二生理) .....314
145. カエル舌における味細胞から味神経への伝達機構. 森元克士, 佐藤昌康 (熊本大, 医, 第二生理) .....314
146. 味の4種の性質に対応するラット単一鼓索神経線維の反応パターン. 市岡正道, 林 治秀 (東京医歯大, 歯, 生理) .....315
147. ネクトルス側線器の化学受容. 柳沢慧二, 浅沼 厚, 勝木保次 (鶴見大, 歯, 生理) .....315
148. 種々の重金属イオンに対する側線器の応答. 中川啓子, 勝木保次 (鶴見大, 歯, 生理) .....315

## 12. 脳波 (149—158)

149. 眼瞼 MV の性質. 尾崎俊行, 工藤洋子, 佐々木大輔\* (弘前大, 医, 第一生理・第一内科\*) .....316
150. ケタミンの脳波・血圧に対する影響について. 相田純久 (新潟大, 脳研, 神経生理) .....316
151. 脳神経外科領域における視路障害と視覚性誘発電位 (VEPs) について. 河村弘庸, 窪田 惺 (東京女子医大, 脳神経センター, 脳神経外科) .....316
152. ヒト頭皮上光誘発電位の計測. 鈴木宏哉, 寿原健吉, 鮫島宗弘, 古田信子, 昌本京子, 尾崎久記, 三浦良子, 堅田明義\* (東京教育大, 教, 生理・東京学芸大, 養護\*) .....317
153. 視覚誘発脳波 (VEP) の周波数分布. 野川徳二, 片山尅行, 田畑吉雄\*, 大塩達一郎\*\*. 川原琢治\*\*\* (野川病院・阪大. 基礎工\*・京大, 物理\*\*・京大, 数理解析研\*\*\*) .....317
154. 睡眠脳波の分析. 江部 充, 本間伊佐子, 石山陽事, 鈴木孝治\*, 小川俊雄\*, 塩野英己\*, 中村 隆\*\*, 阿部喜右門\*\*\* (虎の門病院・日立中研\*・日立メデイコ\*\*・北大, 応電研\*\*\*) .....317
155. 小児と成人脳波の自己回帰解析について. 千葉剛次, 深田高一, 小野憲爾, 佐藤謙助 (長崎大, 医, 第二生理, 神経情報研) .....318
156. 前頭シータ波突発波の脳波感覚について. 山口雄二, 丹羽健市\* (阪大, 医, 第二生理・大阪教育大, 体育\*) .....318

157. 脱水脳における SD 伝播速度と回復曲線. 小林 勝, 田村和子, 太田和子, 相川貞男\*  
(北里大, 衛生生理・精研, 神経生理\*).....318
158. 前肢電撃による閃光誘発電位の変化-皮質視覚領の部位による効果の差異. 浦本 勲,  
清野茂博 (愛知県コロニー, 生理) .....319

### 13. 平滑筋 (159—173)

159. 腸管平滑筋収縮蛋白質系の Ca 結合能. 松本春子, 薮 英世, 宮崎英策 (札幌医大,  
第二生理) .....319
160. 血管筋 subcellular membrane の Ca uptake と release. 山下かなへ, 堀田 健,  
青木久三\* (名古屋大, 医, 第一生理・第二内科\*) .....319
161. ヒトおよびイヌにおける迷走神経の胃運動機能に及ぼす影響. 田北周平, 桑島輝夫\*  
(高松市民病院・徳島大, 医, 第一外科\*).....320
162. 非アドレナリン作動性抑制神経の興奮と ATP 放出との関連性の検討. 大賀 皓,  
斉藤公司, 石塚 徹, 高橋 宏\* (北大, 獣医, 薬理・生化\*) .....320
163. 平滑筋に対するアセチルコリン, アドレナリン, および ATP の作用機序. 大場三栄,  
坂本康二, 富田忠雄 (福岡大, 医, 第一生理) .....320
164. 小腸伸展のアウトバクハ神経叢活動および小腸運動への効果. 横山正松, 尾崎 毅  
(福島医大, 第一生理) .....321
165. モルモット輸精管-下腹神経標本におよぼすコカインの効果. 橋口利雄, 伊東祐之,  
栗山 熙 (九大, 歯, 生理) .....321
166. モルモット輸尿管の収縮と 3 価陽イオン. 大川博通 (山口大, 医, 第一生理) .....321
167. 脱分極平滑筋における Ca 収縮とカルバコール収縮に及ぼす Na, La, Mn と有機  
Ca 拮抗剤の影響. 大橋秀法 (岐阜大, 農, 家畜薬理) .....322
168. *Taenia coli* の RCC に対する交流刺激の影響. 中山雪麿 (共立薬大, 生理) .....322
169. 各種動物における腸管の運動について. 岡部 都, 中山 沃 (岡山大, 医, 第二生理) .....322
170. イガイ足系索引筋細胞内の Ca イオン局在について. 杉 晴夫, 熱海佐保子\* (帝京大,  
医, 第二生理・東大, 医, 解剖\*) .....323
171. Prostaglandin の子宮筋膜活動に及ぼす影響. 熊本水頼, 中嶋 晃\*, 丹生治夫\*\*  
(京大, 教養・愛媛大, 医, 産婦\*・山口大, 医, 第一生理\*\*).....323
172. マウス妊婦子宮筋におよぼす prostaglandin E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) の効果. 長 琢朗, 鈴木 光  
(九大, 歯, 生理) .....323
173. 動脈内皮細胞の収縮 (島本1972) の生理及び病態生理学的意義について. 島本多喜雄,  
須永俊明, 沼野藤夫 (東京医歯大, 医, 第三内科) .....324

### 14. 心 筋 (174—190)

174. 心筋カルシウムと心臓の自動性について. 福田康一郎, 秋山節子 (千葉大, 医, 第二生理) .....324
175. Pacemaker potential と pacemaker cell. 後藤鹿島, 大羽利治 (群馬大, 医, 第一生理) .....325
176. ウサギ心筋筋の自発性興奮について. 斉藤建彦, 乙黒源宏\*, 小林文宗\*, 松原 哲\*  
(聖アリアンナ医大, 第一生理・東京医大, 内科\*).....325
177. 1-thyroxine-Na の心筋に対する影響について. 今永一成 (福岡大, 医, 第二生理).....325
178. 洞結節細胞の電気的特性について. 瀬山一正 (広島大, 医, 第一生理) .....326
179. イヌ心外膜側心室筋の活動電位. 上山章光, 三枝木泰丈 (横浜市大, 医, 第一生理) .....326
180. ウサギ心室の 4 極接近電極記録. 石引 昭, 和田すみ, 瀬戸 真, 佐々木五郎,  
荒井久雄 (日大, 医, 第一生理) .....326

181. 再合成された心筋束のケーブル特性について. 沢登 徹 (東京医歯大, 難研, 循環器生理) ……327
182. ヒッジブルキニエ線維に於ける positive dynamic current と活動電位. 平岡昌和  
(東京医歯大, 難研, 循環器生理) ……327
183. 心筋活動電位プラトー相に対する Ca の作用. 大島 久, 境 康喜 (東京理大, 理, 物理) ……327
184. イヌ心室筋活動電位の緩徐な立ち上り相及び初期プラトー相に及ぼすカテコラミン  
の影響. 杉下総吉, 平野昭彦, 勝野 浩, 平川千里, 早瀬正二 (岐阜大, 医, 第二内科) ……328
185. 種々薬物, イオンの強心効果-それぞれの特性とその作用機構. 額原嗣尚 (九大, 医,  
第二生理) ……328
186. 細胞内 TEA の心筋膜電流に対する効果. 大地陸男, 西江 弘\* (自治医大, 第一生理・  
東大, 医, 第二生理\*) ……328
187. カエル心室筋の静止張力におよぼす浸透圧の効果. 河田 溥, 川越紀美江 (福岡大,  
医, 第二生理) ……329
188. Cd<sup>2+</sup> の心筋収縮力減弱効果に対する各種拮抗剤の作用. 堀内噎子, 林 秀生\*  
(日本医大, 第二生理・埼玉医大, 第二生理\*) ……329
189. カエル心房筋の弛緩機序. 後藤昌義, 斎藤雅彦, 和田泰男, 八谷アツ子 (九大, 医,  
第二生理) ……329
190. 心筋の healing-over の動力学的研究. 西江 弘, 大地陸男\* (東大, 医, 第二生理・  
自治医大, 第一生理\*) ……330

## 15. 骨格筋 (191—205)

191. カエル骨格筋の収縮と外液 Ca<sup>\*\*</sup>. 小坂 功, 太田 勲, 永井寅男 (札幌医大, 第一生理) ……330
192. 低カルシウム下における筋線維の興奮と収縮. 堀田 健, 山本喜通, 百瀬芳隆  
(名古屋市大, 医, 第一生理) ……331
193. Glycerol effect における E-C coupling 抑制の機構. 藤野和宏 (防衛医大, 第一生理) ……331
194. 骨格筋の横管・側囊系における興奮の伝達の機構について. 五十島長太郎, 佐藤義昭  
(聖マリアンナ医大, 第二生理) ……331
195. 骨格筋線維内部膜の特性. 名取礼二, 馬詰良樹 (慈恵医大, 第一生理) ……331
196. 興奮収縮連関に及ぼす重水の影響. 八木 忍, 遠藤 実 (東大, 医, 薬理) ……332
197. ホルムアルデハイドの筋収縮に対する作用. 鷲尾 宏, O. F. Hutter\* (三菱化成,  
生命研, 脳神経生理・グラスゴー大, 生理\*) ……332
198. 分離筋小胞体からの Ca による Ca 遊離. 高氏 昌, 鈴木稔子, 永井寅男,  
(札幌医大, 第一生理) ……332
199. 骨格筋膜系における ATP 関連酵素の局在性と Mn<sup>2+</sup> の効果. 酒井良介, 西島博明,  
酒井敏夫 (慈恵医大, 第二生理) ……333
200. Activation heat (活動化熱) とトロポニン-カルシウム結合反応熱. 山田和廣,  
真島英信, 江橋節郎\* (順天堂大, 医, 第二生理・東大, 医, 薬理\*) ……333
201. 骨格筋の単収縮増強物質の活動状態に及ぼす効果. 真島英信, 九嶋宏樹 (順天堂大,  
医, 第二生理) ……333
202. カエル骨格筋の熱弾性と筋節長の関係. 松原三郎, 酒井敏夫 (慈恵医大, 第二生理) ……334
203. 除神経横隔膜のカフェイン存在下における収縮. 砂野 哲, H. リュルマン, 宮崎英策  
(キール大, 薬理・札幌医大, 第二生理) ……334
204. 温血動物外眼筋の生理学的組織化学的性質. 山本毅征, 間田直幹 (九大, 医, 第一生理) ……334
205. カエル骨格筋線維群の浸透圧について. 上田五雨, 別府穂積, 富田和英, 竹岡みち子  
(信州大, 医, 順応医研) ……335

## 16. 筋運動と制御 (206—211)

206. 表面筋電図と神経筋単位発射の関係について (3). 鮫島宗弘, 寿原健吉, 鈴木宏哉, 古田信子, 昌本京子, 尾崎久記, 堅田明義\* (東京教育大, 教, 生理・東京学芸大, 養護\*) .....335
207. 排尿反射機構のシミュレーションによる考察. 菊地 真, 山田明夫, 伊藤寛志\* (東京女子医大, 医用技研・第二生理\*) .....335
208. 視覚入力遮断の随意運動に与える影響. 斉藤 進, 山辺紘猷, 片平清昭, 須田 滉, 塚原 進 (福島医大, 第二生理) .....335
209. 単純反応時間反応におけるサルの運動野ニューロンの活動. 弓矢治秀 (弘前大, 医, 第二生理) .....336
210. Locked と unlocked スパイク分離による伸張反射解読過程の解析. 本間三郎, 溝手宗昭, 中島祥夫 (千葉大, 医, 第一生理) .....336
211. 敏捷性動作に先行する抑制現象. 矢部京之助, 村地俊二, 佐野節子 (愛知県コロニー, 発達障害研, 治療) .....336

## 17. 接合部 (212—223)

212. アルキロールアンモニウム誘導体の終板におよぼす効果. 前野 颯, 安楽満男 (鹿児島大, 医, 第二生理) .....337
213. 神経筋接合部に対するハチ毒の作用. 川合述史 (東京都神経研, 病態神経生理) .....337
214. ザニガニ神経・筋に対するオイゲノールの興奮抑制作用. 尾関正寛 (山梨大, 教育, 生物) .....337
215. 神経筋伝達に対するセシウムイオンの効果. 竹内宣子, 梅原順子 (順天堂大, 医, 第一生理) .....338
216. カエル神経筋接合部に及ぼす caffeine の作用. 小野寺加代子 (順天堂大, 医, 第一生理) .....338
217. 環流したシナプトソーム・ベッドからの伝達候補物質の遊離. 黒田洋一郎 (東京都神経研, 神経医化学) .....338
218. アセチルコリン受容器のアミノ基化学修飾と pH. 丸橋寿郎, 佐藤 誠\* (熊本大, 教育・オレゴン大, 医, 神経研\*) .....339
219. ラット中枢シナプス膜の神経伝達物質受容機能. 関谷 真, 菊野正隆 (上智大, 理工, 生化) .....339
220. GABA と受容器間の反応について. 秋山豊宏 (自治医大, 第二生理) .....339
221. 有毛細胞-第8神経間のシナプス伝達の順応について. 松裏修四, 古河太郎\* (大阪市大, 医, 第一生理・東京医歯大, 医, 第一生理\*) .....340
222. 培養ニューロンの伝達物質感受性とシナプス形成. 小幡邦彦 (東京医歯大, 医, 薬理) .....340
223. ネコ視床下部腹内側核シナプス小胞の動態. 中尾弘之, 武市昌士 (九大, 医, 精神) .....340

## 18. 研究方法 (224—228)

224. 微量液量の測定および記録装置の試作. 猪股孝四郎, 佐藤 匡 (岩手医大, 医, 第一生理) .....341
225. 半透膜で隔てられた酵素と基質の反応速度論 (II). 上河原良衛, 東 照正, 橋本正史, 魚住光郎 (阪大, 医, 第一生理) .....341
226. レーザーマイクロプローブ (LMP) 及びX線マイクロアナライザー (XMA) による神経細胞内イオン測定の試み. 小野塚 実, 田村憲正, 菅谷英一, 菅谷愛子\* (神奈川歯大, 生理・城西大, 薬学\*) .....341
227. 神経線維に及ぼす重金属の影響-その検索方法について. 山田 守, 笠木 健, 笠木はるみ (鳥取大, 医, 第一生理) .....342

228. 骨生体内定量的脱灰法とその応用. 坂井友吉, 小林吉晴, 渡辺富久子\*, R. L. Cruess\*\*  
& K. C. Hong\*\* (マルビー・サール医研・神戸女子薬大, 臨床生化\*・マギール大\*\*) .....342

### 19. 分子生理 (229—234)

229. ウシ血漿アルブミン (BPA) 分子の高次構造変化. 伊藤清臣, 坂田茂樹, 長岡俊治,  
曾我美勝 (岐阜大, 医, 第二生理) .....342
230. ウシ血漿アルブミン (BPA) の S-S 結合について. 坂田茂樹, 伊藤清臣, 長岡俊治,  
曾我美勝 (岐阜大, 医, 第二生理) .....343
231. 酸素代謝の分子生理 (Ⅲ). 今泉和彦, 志賀 健\* (阪大, 医, 第一生理・愛媛大, 医,  
第二生理) .....343
232. des Arg (141 $\alpha$ ) Hb A の Bohr の効果の非直線性. 長井 潔, 上田至宏\*, 中馬一郎\*  
(阪大, 基礎工・阪大, 医, 第一生理\*) .....343
233. 一酸化炭素ヘモグロビンの光分解による研究. 亘 弘, 西川引恭 (京都府医大,  
第一生理) .....344
234. ミオグロビン酸素平衡曲線におけるイオン, CO<sub>2</sub> の影響. 上田至宏, 中馬一郎, 長井 潔\*  
(阪大, 医, 第一生理・阪大, 基礎工\*) .....344

### 20. 細胞生理 (235—258)

235. Mitochondria 呼吸における EDTA 作用の検討. 藤田敏美, 中瀬雄三, 辻本 毅,  
長井音次 (和歌山医大, 第一生理) .....344
236. Rat 肝 mitochondria (Mt) の  $\alpha$ -ketoglutarate 透過について. 中瀬雄三, 藤田敏美,  
辻本 毅, 長井音次 (和歌山医大, 第一生理) .....344
237. L細胞の高分子物質合成と ATP turnover との関係について. 石黒成人, 山口久雄,  
岡 芳包\*, 宮本博司 (徳島大, 医, 第一生理・近畿大, 医, 第二生理\*) .....345
238. 細胞分裂抑制物質によるL細胞の形態変化と付着速度. 土井昭孚, 村上哲英, 西田 勇  
(岡山大, 医, 第一生理) .....345
239. エタノールによって惹起される in vivo 肝ビリジン・ヌクレオチドの環元反応.  
西木克侑, 小林茂樹 (立石電機, 中研, 生物) .....345
240. Calcitonin の ラット腎 adenylate energy charge 上昇効果とコハク酸の利用.  
尾形悦朗, 岸川テル子\*, 西木克侑\*\* (東大, 保健センター・東大, アイソトープ,  
総合センター\*・立石電機, 中研, 生物\*\*) .....346
241. 持続的腎静脈うっ血時の腎動静脈血漿 Na 濃度較差に及ぼす自律神経節遮断剤の影響.  
笛木豊司, 平野高弘, 日野康司, 島袋盛一, 大橋宏重, 平川千里, 早瀬正二 (岐阜大,  
医, 第二内科) .....346
242. 刺激による呼吸代謝と高進とイオンの移動. 大西瑞男, 山神和比己 (鹿児島大, 医,  
第一生理) .....347
243. 出血とエネルギー代謝. 小林茂樹, 西木克侑 (立石電機, 中研, 生物) .....347
244. 脳細胞微小管構造と学習との関係について (Ⅱ). 村上哲英, 早川昌志, 藤井利武,  
土井昭孚, 西田 勇 (岡山大, 医, 第一生理) .....347
245. 抗酸素不足剤ウレタン (ウ) の膜作用とその部位. 鎌倉勝夫, 鎌倉徹郎 (奈良医大, 第一生理) .....347
246. 重水置換法による鶏卵黄膜の構造解析. 北原正夫 (東京医大, 化学) .....348
247. 鶏卵孵化発生期に及ぼす xylocaine の影響について. 関 園子, 渡辺 浩,  
川口洋二, 関 進, 漆崎優子 (神奈川歯大, 口腔生理) .....348
248. 末梢神経ミエリンの integral protein について. 植村慶一, 北村邦男, 山中たか子,

- 相沢協子 (埼玉医大, 第一生理) .....348
249. 微量注入によるアメーバ膜電位の変化. 山下栄三 (宮城教育大, 視覚生理) .....349
250. 胸管リンパ漿によるリンパ球破壊に関する研究. 木下喜博, 木村修平, 長沢貴志, 蔭山勝弘 (大阪市大, 医, 第二生理) .....349
251. 細胞核分裂運動の解析的取り扱い方について (2). 大畑 進, 会沢勝夫, 佐伯美登里, 山尾満里子, 前田栄章, 坂井朗子, 島村 純 (東京医大, 第二生理) .....349
252. ラット肝細胞の分裂誘起について. 古閑睦好, 植木道子, 大竹英樹 (独協医大, 第一生理) .....350
253. オルニチン脱炭酸酵素活性とラット肝細胞増殖について. 古閑睦好, 植木道子, 梅田哲彦 (独協医大, 第一生理) .....350
254. がん細胞代謝とイオンの関係. 大西瑞男, 松本澄久 (鹿児島大, 医, 第一生理) .....350
255. ウイルス HVJ による細胞融合現象の電気生理学的研究. 菅野義信, 松井洋一郎, 柴 芳樹 (広島大, 歯, 口腔生理) .....351
256. 刺激分泌連関の2段階構成. 菅野富夫, 原田悦守, 斎藤篤志, 今井節夫, 相原研一, 山本正夫, 西村 修 (北大, 獣医, 生理) .....351
257. 神経分泌神経終末における  $^{45}\text{Ca}$  のとりこみに対する阻害剤の効果. 石田絢子, 米田継武 (順天堂大, 体育, 生理) .....351
258. ラット顎下腺細胞における外因性ペルオキシダーゼの取り込みについて. 山本修治, 吉田 洋, 覚道幸男 (大阪歯大, 生理) .....352

## 21. 能動輸送 (259—273)

259. 腺上皮の物質輸送. 新川康裕, 今井雄介\*, 吉崎和男\*, 竹田 仁\*\* (広島大, 医, 第二解剖・京都府医大, 第一生理\*・京都府医大, 同位元素研\*\*) .....352
260. 小腸上皮細胞における糖吸収と膜電位. 岡田泰伸, 入交昭彦, 井上 章 (京大, 医, 第二生理) .....352
261. イモリ胃粘膜の細胞内電位,  $\text{Cl}^-$  濃度に対する  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SCN}^-$  の効果. 今村 昭 (京都府医大, 同位元素研) .....353
262. イモリ腎近位尿管のイオン透過性と電気抵抗. 丸山武夫, 桂木 猛, 鈴木泰三 (東北大, 医, 応用生理) .....353
263. ラット腎皮質スライス中の p-amino 馬尿酸とり込みに及ぼす K の作用. 林 曠, 星 猛 (東北大, 医, 第一生理) .....353
264.  $\text{Cd}^{2+}$  の能動輸送促進効果. 林 秀生, 有田 彰, 高田真理, 高山和恵 (埼玉医大, 第二生理) .....354
265. コルヒチンのヒキガエル膀胱膜水・電解質転送に対する影響. 湯浅繁一, 浦壁重治, 白井大祿, 木村玄次郎 (阪大, 医, 第一内科) .....354
266. レセルピンの Na 能動輸送阻害作用の作用機序. 丸茂文昭, 浅野 泰, 田島陽太郎\* (北里大, 医, 内科・埼玉医大, 生化\*) .....354
267. 可溶化した筋小胞体膜の輸送 ATPase における逆反応. 金沢 徹 (阪大, 理, 生物) .....355
268. 甲状腺ホルモンの熱発生機構に於ける Na 能動輸送の役割. 浅野 泰 (カリフォルニア大, CVRI・北里大, 医, 内科) .....355
269. 粘菌の plasmoidal caffeine drop 膜の性質. 黒田英世, 黒田 律 (愛知学院大, 歯, 生理) .....355
270. Chara 細胞膜の2時定数モデル. 岸本卯一郎 (阪大, 教養, 生物) .....356
271. SDS アクリルアミドゲル電気泳動法によるニテラ細胞膜の興奮時の変化の測定. 竹中敏文, 吉岡 亨, 渡辺文江, 堀江秀典 (横浜市大, 医, 第一生理) .....356
272. ニテラ原形質ドロップ表面興奮性膜の構造. 井上 勲, 小島陽之助 (北大, 薬学) .....356

273. シヤジクモにおける活動電位の隣接細胞に及ぼす影響。田端孝義 (東北大, 薬学) .....357

## 22. 興奮性膜 (274—295)

274. クラゲにおける上皮伝導の理論的考察。吉田昭彦, 奥田賢三\* (大阪市大, 工, 応物・大阪工大, 教養\*) .....357
275. 成熟過程におけるヒトデ卵細胞膜の電気的特性の変化。宮崎俊一, 佐々木成人, 大森治紀 (東大, 医, 脳研, 生理) .....358
276. ホヤ卵細胞膜における Na および Ca 電流の同定。岡本治正, 高橋国太郎, 吉井光信\* (東大, 医, 脳研, 生化・東大, 医, 脳研, 生理\*) .....358
277. 興奮性膜とイオンの相互作用より興奮現象の解析。横山悠男 (名大, 医, 第二生理) .....358
278. Ca<sup>++</sup> 依存性活動電位の抑制について。岩崎静子, 黒田敏子 (東京医大, 第一生理) .....359
279. Ca<sup>2+</sup> によるシナプトソーム膜の状態変化。上坂伸宏, 神野耕太郎, 井上 章 (京大, 医, 第二生理) .....359
280. ザリガニ巨大線維の複屈折性変化と膜電位。渡辺 昭, 寺川 進 (東京医歯大, 医, 第二生理) .....359
281. イカ巨大神経膜の相転移, spatial non-uniformity. 井上 勲, 小島陽之助, I. Tasaki\* (北大, 薬学・米國 NIH\*) .....360
282. 静止時におけるイカ巨大神経線維の Na<sup>+</sup> に対する親和性。北里 宏, 村山公一 (京都府医大, 第二生理) .....360
283. イカ巨大神経における Mn<sup>++</sup> スパイク。山岸俊一 (東京医歯大, 医, 第二生理) .....360
284. ひだりまきマイマイ IPSP のイオン機構。高頭迪明, 野田行文, 塩屋明利, 菅谷英一\* (中外製薬, 総合研, 薬理・神奈川歯大, 生理\*) .....361
285. 巨大アフリカ・マイマイの同定せる巨大神経細胞に対する catecholamine 系物質群の作用。竹内 宏, 横井 功, 森 昭胤, 高坂陸年 (岡山大, 医, 脳研) .....361
286. 巨大アフリカ・マイマイの同定せる dopamine 感受性巨大神経細胞に対する核酸とその関連物質の作用。横井 功, 竹内 宏, 森 昭胤, 高坂陸年 (岡山大, 医, 脳研) .....361
287. 神経節細胞に及ぼす代謝阻害剤の効果。屋井ヒデ子 (埼玉医大, 第二生理) .....362
288. Aequorin による神経細胞内 Ca 流入。斎藤 望, 中島 博 (独協医大, 第二生理) .....362
289. ウサギの交感神経細胞への螢光色素注入とその膜特性。西 彰五郎, 田代信雄\* (ロヨラ大, 薬理・九大, 医, 第一生理\*) .....362
290. Pflüger の法則とイオン説の陽極開放興奮。大山 浩, 須貝外喜夫 (金沢医大, 第一生理) .....362
291. 末梢神経の膜電位及び活動電位に対する VB<sub>12</sub> 及び aldosterone の作用。菱田不美, 秋重順子, 村田憲彦, 武重千冬 (昭和大, 医, 第一生理) .....363
292. ニワトリに方ける小脳延髄槽の位置と化学物質の投与方法について。関 園子, 長岡二郎, 根本俊男, 難波啓泰, 江森茂十三, 宮沢 敬 (神奈川歯大, 口腔生理) .....363
293. 神経の電気的活動の基礎としての物理系。松本政雄, 北村奉正, 半場道子 (群馬大, 医, 第一生理) .....364
294. 半波正弦波による生体抵抗容量に対する振幅の影響。斎藤忠義, 横山元昭 (日本歯大, 生理) .....364
295. 筋内外に直流通電したときの抵抗, 容量, 電位。斎藤忠義 (日本歯大, 生理) .....364

## 23. 体液 (296—312)

296. 健常者の凝血能。松田 保 (東京都老人研, 臨床第二生理) .....365
297. 正常赤血球の比重分布曲線に関する研究。須藤勝見, 小河弘之, 岡田 忠, 木村英一

(大阪市大, 医, 第二生理) .....	365
298. 瀉血量の赤血球造血 response に及ぼす影響. 寺沢 崇, 葛西四朗 (東北歯大, 生理) .....	365
299. ニホンジカヘモグロビンのアミノ酸配列. 前田信治, 榎 泰義 (奈良医大, 第二生理) .....	366
300. 反すう動物ヘモグロビン (Hb) の DPG 効果について. 榎 泰義, 落合威彦, 前田信治, 富田 晋 (奈良医大, 第二生理) .....	366
301. 特殊電気泳動法で細分画された血清アルブミンについて. 川口孝義, 松下 宏 (和歌山医大, 第二生理) .....	366
302. 肝胆系における線溶酵素系に関する研究 (第5報) Bilokinase の酵素学的特性. 大柴 進, 有賀豊彦, 澤井洋子 (日大, 医, 第二生理) .....	367
303. イヌ分離後肢灌流標本における, プラスミノゲン・アクチペーター放出機作の解析. 伊崎誠一, 北口博教, 石井正美 (神戸大, 医, 第一生理) .....	367
304. 各種動物 fibrin 基質による動物線溶活性の吟味. 梶江 勇, 菱川要子, 新田初雄, 山田 学* (愛知医大, 第一生理・麻布獣医大, 家畜生理*) .....	367
305. ヒト血中の preactivator plasminogen の分離精製. 菱川要子, 梶江 勇, 新田初雄, 山田 学* (愛知医大, 第一生理・麻布獣医大, 家畜生理*) .....	368
306. 母乳の線溶活性化系因子の性質. 岡本歌子, 堀江 登, 永松陽子, 山本順一郎 (神戸学院大, 栄養, 生理) .....	368
307. 混合静脈血の CO <sub>2</sub> 緩衝能力と心拍出量の影響. 高野成子, 中野えみ子 (金沢大, 医, 第一生理) .....	369
308. 低酸素分圧における血液酸素運搬能. 岡田芳明, 中馬一郎* (阪大, 医, 特殊救急・ 阪大, 医, 第一生理*) .....	369
309. イモリ赤血球の膜電位並びに膜抵抗について—PO <sub>2</sub> 及び温度の効果に対する阻害剤の影響. 雪吹周秀, 川口貴美子, 福島真知世 (日本医大, 第一生理) .....	369
310. 液体イオン交換膜微小電極による K および Cl イオン活量の測定. 藤本 守, 窪田隆裕, 菱田 明*, 直塚皓昌** (大阪医大, 第二生理・東大, 医, 第一内科*・ 名大, 医, 第一生理**) .....	370
311. 減塩, 増塩飼育ラットの腎皮質内旁糸球体顆粒分布. 小寺邦彦 (大阪医大, 第二生理) .....	370
312. 一過性腎動脈閉塞後の腎機能の経時的変化. 本田西男, 二瓶 宏 (東大, 医, 第一内科) .....	370
<b>24. 消化吸収 (313—320)</b>	
313. 血液の小腸絨毛運動に及ぼす影響について. 難波良司 (岡山大, 養護教諭養成所, 生理) .....	371
314. 小腸刷子縁における二糖類膜消化と二糖類誘発電位. 五十嵐 裕, 斎藤禎隆, 星 猛 (東北大, 医, 第一生理) .....	371
315. 腸管の運動と吸収について (第2報). 徳満 豊 (鹿児島, 純心女子短大, 生理) .....	371
316. 小腸の吸収に対するカリウムの抑制効果. 樋口公男 (中村学園大, 食物栄養) .....	372
317. Acetylcholine の腓酵素分泌作用に及ぼす外液 Ca 除去の影響. 斎藤俊之, 石井和彦, (鳥取大, 農, 家畜薬理) .....	372
318. 胆汁の十二指腸腔への排出の機構. 福原 武, 内藤富夫, 亀山博子 (川崎医大, 生理) .....	372
319. 咀嚼筋の連続刺激に対する収縮特性. 野田憲一, 副田博之, 橋本清美 (福岡歯大, 生理) .....	372
320. 下顎側方偏位の反射的調節. 船越正也, 二宮裕三 (岐阜歯大, 口腔生理) .....	373
<b>25. 呼吸 (321—329)</b>	
321. 単一赤血球における O <sub>2</sub> 化および脱 O <sub>2</sub> 化反応速度について. 田沢 皓, 小野 東, 望月政司* (山形大, 医, 第一生理・北大, 応電研, 生理*) .....	373

322. Xe-133 洗い出し曲線のシミュレーション・モデルによる解析の試み. 山田公二, 杉田 實\* (阪大, 医, 第一内科・兵庫大, 医, 第三内科\*) .....373
323. 不均等換気時にみられる肺抵抗, 弾性の周波数変化について. 宮本嘉己, 才善宣雄, 三上智久 (北大, 応電研, 生体制御) .....374
324. 肺血流量の肺内圧依存性. 小山富康, 中島 進, 堀本和志, 望月政司 (北大, 応電研, 生理) .....374
325. 両側頸動脈体摘出患者における呼吸調節の研究. 本田良行, 宮村実晴, 渡辺昌平\*, 長谷川鎮雄\* (金沢大, 医, 第一生理・千葉大, 医, 肺癌研\*) .....374
326. 頸部迷走神経および上喉頭神経内枝電気刺激に対し順方向性に応答する呼吸性ニューロンの呼吸反射における役割. 福原武彦, 酒井悠次\* (東大, 医, 第二薬理・埼玉医大, 薬理\*) .....375
327. 頸髄側面の電気刺激が呼吸に及ぼす影響. 名津井佛次郎 (帝京大, 医, 第一生理・ルーア大 (ドイツ), 医, 生理) .....375
328. 延髄外側網様体刺激による吸息性ニューロンの抑制と呼吸相の短縮. 草地良作, 橋口明枝, 小松 明, 山下雄平 (東京女医大, 第一生理) .....375
329. 高酸化炭素負荷と呼吸中枢活動. 小林庄一, 村田京子 (新潟大, 医, 第二生理) .....376

## 26. 循環 (330—349)

330. 左心室の瞬時圧力-容積関係. 菅 弘之\*, 佐川喜一 (ジョンズ・ホプキンス大, 医, 生医用工学・現: 東大, 医, 生理\*) .....376
331. 心臓後負荷効果と循環平衡. 山越憲一, 神谷 瞭, 戸川達男, 島津秀昭\*, 土屋喜一\* (東京医歯大, 医用研・早大, 理工\*) .....376
332. 等容収縮による最大心室内圧の推定について. 神谷 瞭, 豊島 健, 戸川達男, 須磨幸蔵\* (東京医歯大, 医用研・東京女医大, 循環器外科\*) .....377
333. カタツムリ心房静脈圧に関する拍動数増強と減弱の活動性について. 佐藤謙助, 深田高一, 千葉剛次, 小野憲爾\* (長崎大, 医, 第二生理・神経情報研\*) .....377
334. 心拍動と心筋組織内酸素分圧との対比. 八木舎四, 中屋重行, 曾 憲昭 (岩手医大, 医, 第二生理) .....377
335. 急性肺水腫にみられる肺脈管陰影の実験的ならびに臨床的研究. 徳政義和, 杉山吉克, 中山 章, 中村 衛, 木下安弘, 稲垣義明 (千葉大, 医, 第二内科) .....378
336. Propranolol 静注後の亜最大運動負荷時心拍数 (midway heart rate) の解析. 稲垣義明, 木下安弘, 徳政義和, 小川道一, 中村 仁, 増田善昭, 斎藤俊弘, 宿谷正毅, 小沢 俊 (千葉大, 医, 第二内科) .....378
337. ドーパミンの心臓に対する作用機序. 脇田良彬, 松岡陽子, 田中育郎 (熊本大, 医, 第一生理) .....378
338. ADP 静注後の血小板血栓と心肺機能の変化. 小林逸郎, 山崎博男, 島本多喜雄, Paul Didisheim\* (東京医歯大, 医, 第三内科・Mayo Clinic, U. S. A.\*) .....379
339. 心筋の homogenate および slice の呼吸に及ぼす 2-acetyl-7-(2-hydroxy-3-isopropylamino) propoxybenzofuran, propranolol および isoproterenol の影響. 舟木 広, 真銅恒一, 初田蘭子, 小門峯子\* (科研薬研・京歯衛学\*) .....379
340. 血管系における動力学的現象の流体能動素子理論による解析. 島山一平, 沢井健次, 島田純一 (北里大, 医, 生理) .....379
341. 動脈本幹の動的粘弾性. 長谷川正光, 東 健彦, 大橋俊夫 (信州大, 医, 第一生理) .....380
342. 血流パターンのモデルによる解析. 福嶋孝義, 東 健彦 (信州大, 医, 第一生理) .....380

343. 動的試験法による末梢循環の解析. 佐藤登志郎 (北里大, 医, 内科) .....381
344. 微小循環系の動態とその微細構造. 小西 昭 (大阪医大, 第一生理・京大, 医, 第一解剖) .....381
345. 微細血管新生に関する知見. 小川義雄, 里吉政子, 遊佐清有, 沖田 実 (横浜市大, 体育医学) .....381
346. ウサギ皮膚微細循環 (MC) とインシュリン (In) ショック-1. 浅野牧茂, 大久保千代次, 小川庄吉, 三輪律子 (国立公衆衛生院, 生理) .....382
347. 骨格筋収縮時の血流, Hct 及び plasma protein の変動について. 竹宮 隆, 樋口雄三, 宜保美恵子, 長嶋長節 (杏林大, 医, 第二生理) .....382
348.  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{125}\text{I}$  に対する脳血管の透過性. 森 英樹, 足立千鶴子 (神戸大, 医, 第二生理) .....382
349. 微小循環系における相反性血流機序. 長嶋長節, 竹宮 隆, 岡井 治 (杏林大, 医, 第二生理) .....383

## 27. 循環調節 (350—359)

350. 循環制御系の基本的パラメータの推定. 岡井 治, 長嶋長節\*, 堀 原一\*\* (杏林大, 医, 第一生理・第二生理\*・東京女医大, 理論外科\*\*) .....383
351. 神経性循環調節の一機構. 二宮石雄, 入沢 宏 (広島大, 医, 第一生理) .....384
352. 脳乏血性高血圧時の大腿動脈動態. 竹内 亨, 宮川 清 (信州大, 医, 第二生理) .....384
353. 血圧振動時の心臓機能の変化及びその際みられる徐脈の意義について. 清水 強, 宮川 清\* (名衛大, 医, 生理・信州大, 医, 第二生理\*) .....384
354. 皮膚から心臓への反射. 加世田正和, 佐藤昭夫, 佐藤優子, 島田文代 (東京都老人総合研, 基礎第二生理) .....385
355. 右心系に受容野を有する求心性交感神経線維. 内田康美, 村尾 覚 (東大, 医, 第二内科) .....385
356. 高血圧ラットの血行動態. 沼尾嘉信, 菅 弘之, 入内島十郎 (東大, 医, 第二生理) .....385
357. 下肢刺激の循環系に及ぼす影響に就いて. 伊藤秀三郎, 亀井 進, 小関勝美 (東京, 身体均整学院) .....386
358. 循環血ヘマトクリット値の連続測定. 森本武利, 亘 弘, 田中義文\* (京都府医大, 第一生理・麻酔科\*) .....386
359. 脳幹における心血管ニューロンの同定, 分布および機能. 野坂昭一郎 (京大, 医, 脳研生理) .....387

## 28. 代謝体温 (360—381)

360. エタノールのコレステロールの生合成と異化排泄におよぼす作用. 中村治雄 (北大, 歯, 口腔生理) .....387
361. 肝におけるカイロマイクロンの代謝 (その2). 内藤周幸, 岡田孝道, (東大, 医, 第一内科) .....387
362. パラミジンによるイヌの急性利胆効果の検討. 木谷健一 (東京都老人総合研, 臨床第一生理) .....388
363. ラットにおける胆汁酸の肝最大輸送値 (Tm) に及ぼすアミノ酸抱合の意義. 木谷健一 (東京都老人総合研, 臨床第一生理) .....388
364. シロネズミにおける蛋白質栄養効果率判定と体組成変化. 岸 恭一, 高橋佳代子, 井上五郎 (徳島大, 医, 栄養) .....388
365. ラットの脳発達に及ぼす低栄養の影響. 井上太郎, 田巻敏子 (愛知県コロニー, 発達障害研) .....389
366. 近年における基礎代謝の季節変動の動向について. 佐々木 隆, 唐杉 敬, 古閑利英子, 統 修二 (熊本大, 体質医研, 生理) .....389
367. 坐禅時のエネルギー代謝についての疑問. 鈴木利三 (愛知県大, 文) .....389

368. 至適温度条件に関する研究. 長田泰公, 小川庄吉, 吉田敬一\* (国立公衆衛生院, 生理・昭和大, 医, 公衆衛生\*) .....390
369. 感覚応答によるヒト体温の setpoint の推定. 藤島和孝, 矢永尚士, 加地正郎, 小坂光男\* (九大, 温研気候内科・名古屋市大, 医, 第二生理\*) .....390
370. ヒトにおける局所振動刺激の皮膚温におよぼす効果. 那須吉郎, 及川俊彦 (鳥取大, 医, 第二生理) .....391
371. TVR と体温. 増田 允, 内野欽司 (慈恵医大, 第一生理) .....391
372. 魚類の心拍数に対する脊髄温度刺激の影響. 土屋勝彦, 村田成子, 入来正躬 (東京都老人研, 第一生理) .....391
373. 温熱反射性血管拡張反応の中樞神経機構. 村上 憲, 坂田義行, 内村裕嗣 (山口大, 医, 第二生理) .....392
374. 脊髄加温および冷却に対する中脳温度ニウロンの反応. 堀 哲郎, 原田温子 (熊本大, 体質医研, 生理) .....392
375. 数種の霊長類の温度調節反応の比較生理. 登倉尋実, 原文江, 岡田守彦, 大沢 済 (京大, 霊長類研) .....392
376. 視床前野温冷ニューロンに及ぼす progesterone の作用. 中山昭雄, 鈴木正利 (名大, 医, 第一生理) .....393
377. キャプサイシン脱感作ラットにおける発熱. 中山昭雄, 鈴木正利, 西尾 晃\* (名大, 医, 第一生理・国立衛生試, 大阪支所\*) .....393
378. ウサギの pyrogen による発熱曲線の解析. 小坂光男\*, 磯部芳明\*, 大原孝吉\*, 渡部和成\*, 高羽祥三 (名古屋市大, 医, 第二生理\*・名古屋市大, 中検生理) .....393
379. 労働時の汗の窒素排泄量とたん白栄養. 山田敏雄, 吉村寿人\*, 坂野勝啓\*, 芦田輝子\*\* (京都, 工芸繊維大・兵庫医大, 第一生理\*・京都, 家政短大\*\*) .....394
380. 沖縄住民の発汗反応と耐熱性について. 堀 清記, 中村 正 (兵庫医大, 第一生理・長崎大, 医, 衛生\*) .....394
381. Hyperthermia 時の体温平衡点と環境温度. 古山富士弥, 熊崎路子, 大原孝吉 (名古屋市大, 医, 第二生理) .....394

## 29. 環 境 (382—395)

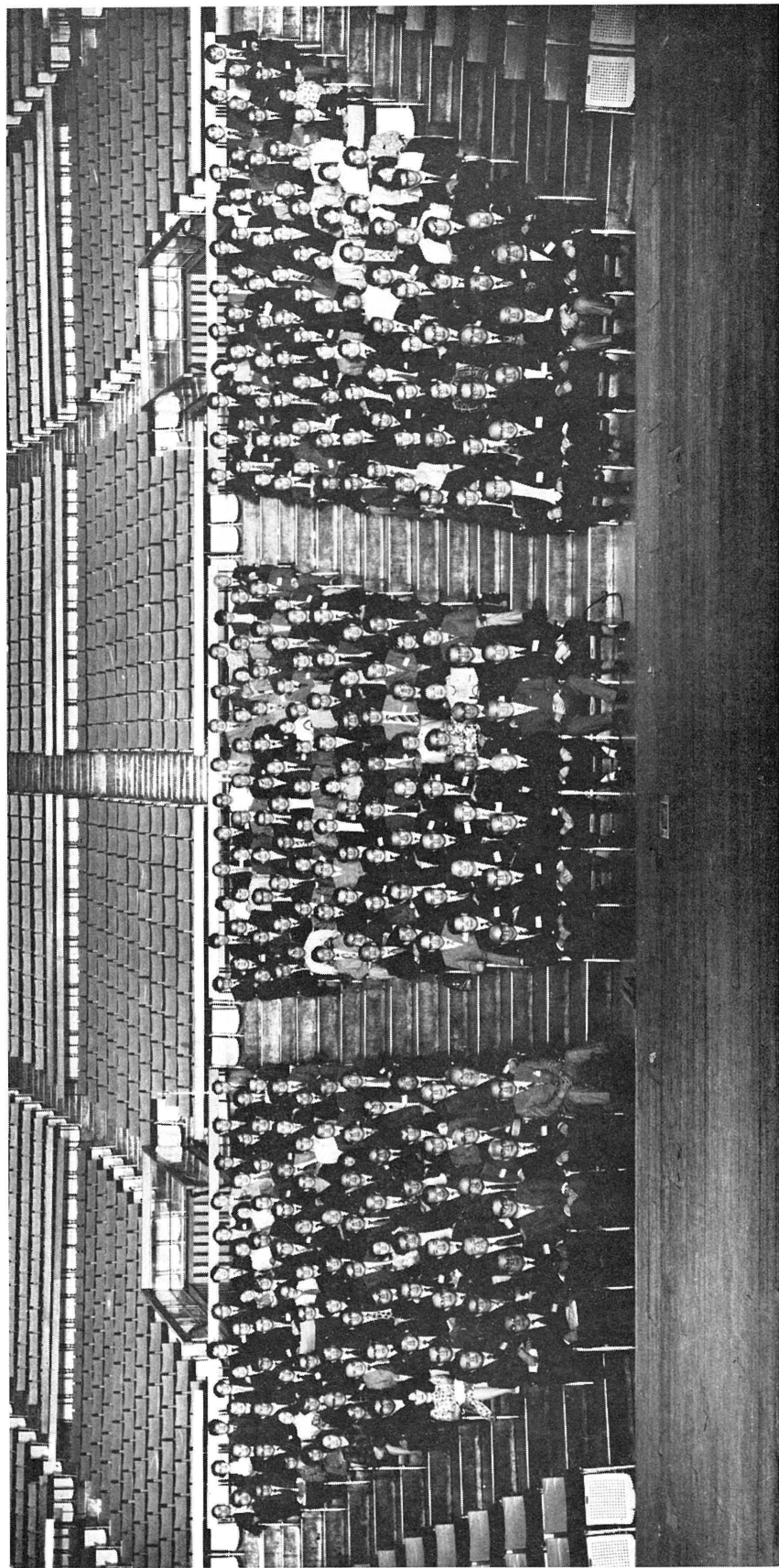
382. 加温によるニワトリ心拍数の変化に対する閃光刺激の影響. 渡植貞一郎, 島田清司 (名大, 農, 家畜生理) .....395
383. 発汗及び寒冷ふるえに及ぼす CO<sub>2</sub> 吸入の影響. 只木英子, 水村和枝\*, 山本宗平\* (金城大, 体育・名大, 医, 第一生理\*) .....395
384. 冷却に対するウサギ体表面温度の動揺. 上田五雨, 竹岡みち子, 富田和英, 別府穂積\* (信州大, 医, 順応医研・秩父市立病院\*) .....395
385. 寒冷馴化ラットの代謝と血液学的適応. 白木啓三, 山口恵子, 久岡文子 (徳島大, 医, 栄養) .....396
386. 急性寒冷暴露に対する代謝性反応-特に寒冷適応と高脂肪食の影響について. 黒島長汎, 倉橋昌司, 土居勝彦, 大野都美恵\*, 藤田依久子\* (旭川医大, 第一生理・北教大, 養教養成所\*) .....396
387. 非ふるえ産熱における遊離脂肪酸の役割. 土居勝彦 (旭川医大, 第一生理) .....396
388. 寒冷適応に於る甲状腺ホルモンの役割. 本間研一, 伊藤真次 (北大, 医, 第一生理) .....397
389. 寒冷馴化ならびに繰り返しカラコールアミン投与ウサギの産熱機構. 永坂鉄夫

- (名大, 環境医研 5 部) .....397
390. 寒冷馴化ラットの睪外分泌及び胃液分泌機能亢進. 原田悦守, 菅野富夫 (北大, 獣医, 生理) .....397
391. 3000m 低圧負荷によるマウスの発生異常. 本山十三生, 水上哲太郎, 米村 勇\*  
(信州大, 医, 順応医研, 生理・信州大, 医, 法医\*) .....398
392. 長期間低圧環境暴露ラットの循環血液量と臓器重量の変化. 万木良平, 坂口栄一,  
秋山明子 (航空医学実験隊) .....398
393. ヒマラヤ登山者の急性低圧耐性と高所順化. 万木良平, 榊原千恵子, 油座信男  
(航空医学実験隊) .....399
394. Hypodynamics 時の代謝・内分泌系に関する研究 (I). 佐伯 欽, 中家優幸  
(慈恵医大, 宇宙医学研) .....399
395. 食品添加物の生体への影響. 高橋 誠 (千葉短大, 生物) .....399
- 30. 内分泌・生殖 (396—418)**
396. 中隔野, 脳幹網様体の電気および浸透圧刺激に対するネコ視索上核神経分泌細胞の  
単一放電応答. 河南 洋\*, 山下 博 (神戸大, 教育, 生理・自治医大, 第二生理\*) .....400
397. 中隔野ニューロンについて. 山岡貞夫 (埼玉医大, 第一生理) .....400
398. 性行動における中脳部網様体とプロジェステロン. 久保勝知, R. A. Gorski (兵庫医大,  
第一生理・UCLA, Dept. of Anat.\*) .....400
399. ラット Tubero-infundibular-neuron の反回性抑制と反回性促進. 佐脇敬子,  
八木欽治 (自治医大, 第二生理) .....401
400. 視床下部ニューロン発射頻度の周期的変動の要因について. 斎藤英郎, 菊池明江,  
川上正澄\* (神奈川県, 衛生短大, 生理・横浜市大, 医, 第二生理\*) .....401
401. 第三脳室周囲層ニューロンの神経内分泌機構への関与について. 佐久間康夫, 川上正澄  
(横浜市大, 医, 第二生理) .....401
402. 雄ラットにおけるレゼルピン, 6-OHDA, L-DOPA および 5-HTP 投与の性腺発育に  
およぼす影響. 松山 茂 (農林省, 家畜衛試) .....402
403. ニホンザルの月経周期及び性腺摘除後の血中 LH 動態について. 林 基治, 大島 清,  
山路 徹\*, 島本和明\* (京大, 霊長類研・東大, 医, 第三内科\*) .....402
404. 成長ホルモンとプロラクチンの合成, 分泌両機能とアルギニン. 家入蒼生夫, 山本 清\*  
(独協医大, 内科, 内分泌科・群馬大, 内分泌研, 生理\*) .....402
405. 卵巣  $20\alpha$  OHSDH 活性及び下垂体 prolactin に及ぼす食質の影響. 片山吉穂,  
James H. Leatham\* (大阪市大, 家政, 栄養生理・Rutgers Univ. B. B. R.\*) .....403
406. Snell-Bagg pituitary dwarf マウスによる胸腺-脳下垂体系に関する研究.  
大河内英作, 辻 繁勝, 松下 宏 (和歌山医大, 第二生理) .....403
407. 視床下部-下垂体-副腎系と松果体との関連性. 清水 武, 三重野政広, 古場久代,  
山下一邦 (長崎大, 医, 原研生理) .....403
408. ACTH rein control. 金子正則, 和田さと, 藤枝憲二, 広重 力 (北大, 医,  
第一生理) .....404
409. ヒスタミン, KCN による副腎皮質ホルモン分泌促進と視床下部. 松本逸郎, 広瀬妙子,  
鈴木達二 (長崎大, 医, 第一生理) .....404
410. ウサギ副腎皮質分散細胞分画の試み. 安倍紀一郎 (長崎大, 医, 第一生理) .....404
411. 副腎髓質ホルモン分泌機能と放射能. 三重野政広, 清水 武, 天野彰夫, 山下一邦  
(長崎大, 医, 原研生理) .....404
412. 甲状腺機能の系統発生と個体発生. 山本 清 (群馬大, 内分泌研, 生理) .....405

413. 脳下垂体に対する甲状腺ホルモンの negative feedback 作用. 鈴木光雄, 掛川忠雄, 松崎 茂 (群馬大, 内分泌研, 生理) .....	405
414. 甲状腺ホルモン (トリヨードチロニン) の脂質, 糖質代謝に及ぼす周期性作用. 黒島晨汎, 土居勝彦, 倉橋昌司 (旭川医大, 第一生理) .....	405
415. アロキサン初期高血糖と交感神経遮断. 安光千年, 松岡陽子, 田中育郎 (熊本大, 医, 第一生理) .....	406
416. ヘキソキナーゼ, 乳酸デヒドロゲナーゼ, グルコース-6-リン酸デヒドロゲナーゼに対するインシュリンおよびヒドロコルチゾンの効果とストレプトゾトミン糖尿病ラットにおけるこれらの酵素の変動について. 村上 元, 栖原六郎, 柿下俊三, 谷口千春, 宮沢政江, 佐野彰信, 渡辺 浩* (日大, 松戸歯, 生理・神奈川歯大, 口腔生理*) .....	406
417. Kallikrein 分泌機構に関する研究. 村上長雄, 太田節子, 川井 浩 (三重大, 医, 第一生理) .....	406
418. Angiotensin II のウサギ肝の cyclic 3, 5 AMP におよぼす影響. 榊村純生, 高島慎助, 村上長雄 (三重大, 医, 第一生理) .....	407

### 31. 体力・運動・疲労 (419—434)

419. 理想体重の考え方について. 小野三嗣 (東京学芸大, 運動生理) .....	407
420. 登行における重量負荷と速度とについて. 伊藤秀三郎, 富松京一 (早大, 教育, 体育) .....	408
421. 呼吸循環機能からみた20分走トレーニングの効果. 芝山秀太郎, 江橋 博 (体力医学研, 生理) .....	408
422. Prolonged exercise 時の循環系反応. 江橋 博, 芝山秀太郎 (体力医学研, 生理) .....	408
423. 心拍応答による若年者の持久力評価について. 石河利寛, 青木純一郎, 吉田敬義 (順天堂大, 体育, 運動生理) .....	409
424. 心臓の収縮期と弛緩期からみた運動強度. 渡辺俊男 (横浜国立大, 運動生理) .....	409
425. 水銀柱加圧止息と循環機能. 遊佐清有, 小川義雄, 里吉政子 (横浜市大, 体育医学) .....	409
426. 赤筋, 白筋の機能的特性 (Ⅲ). 菊地邦雄 (広島大, 教養, 保健体育) .....	409
427. 手指運動の調節に関する筋力学的な検討. 永田 晟 (都立大, 理, 体育) .....	410
428. 立体的な運動々作の追跡と生理機能との関連 (Ⅱ). 中野昭一, 永見邦篤, 成沢三雄, 岩垣丞恒* (東海大, 医, 生理・体育生理*) .....	410
429. 蛋白レベルによるラット走行時エネルギー代謝の変化 (第3報). 小石秀夫, 片山吉穂, 片山洋子, 辻 幸治* (大阪市大, 家政, 食物, 栄養生理・大阪工大, 保健体育*) .....	411
430. 運動と血清乳酸脱水素酵素 (LDH) 活性の上昇由来について (電気泳動法による分画的研究). 井川幸雄, 伊藤 朗, 金刺喜美子 (慈恵医大, 中検) .....	411
431. 運動に及ぼす高脂肪食の影響-特に代謝性反応について. 黒島晨汎, 速水 修*, 大野都美恵*, 藤田依久子* (旭川医大, 第一生理・北教大, 養教養成所*) .....	411
432. 疲労時の注意の動揺にさいする眼球運動と身体動作の変化. 小木和孝 (鉄道労研, 労働生理) .....	412
433. 尿泡沫滴定法による疲労の測定. 青木一郎, 奥野泰久, 川喜多順二, 原 好延, 鈴木俊久 (大阪市大, 医, 第一生理) .....	412
434. 解糖系の再構成とその制御機構に関する研究. 桜井 隆, 新城澄枝, 安良城旬子, 安里 龍 (琉球大, 保健, 保健栄養) .....	412



第 51 回 日 本 生 理 学 会 大 会 : 北 海 道 大 学 医 学 部

## 第51回日本生理学会大会を願みて

第51回日本生理学会当番幹事 北海道大学

伊藤眞次・藤森聞一・中村治雄

第51回日本生理学会大会を昭和49年6月26日から28日までの3日間、札幌市民会館および北海道新聞社ホールで開催しましたところ1,357名(予約受付1,171名,当日受付186名)におよぶ多数の会員のご参加をいただき、無事に当番幹事の責務を果たすことができましたのは、会員の皆様方のご協力によるところが多く、ここに厚くお礼申し上げる次第でございます。

学会開催の準備に際しましては、北海道地区の評議員の方々、とくに札幌医大 永井教授、宮崎教授、北大 望月教授、菅野教授、玉重教授のご助力をいただきました。また第49回当番幹事三田俊定教授からは書見台その他の会場用品を譲渡していただきました。感謝にたえぬところであります。

開催時期に関しまして、札幌開催がきまりました当時7月下旬を考えましたが、その後宿泊、交通、会場などの事情を詳しく検討しました結果、6月下旬が最適であると思われましたのでそのように致しました。後になってふり返ってみますと、この時期のほうが7月よりはるかによかったですといえます。

当初から一般演題が420、あるいはそれ以上になるものと予想し、会場には札幌市の中央にある市民会館と北海道新聞社ホールにそれぞれ3会場ずつ、合せて6会場を準備することにしましたところ、果して演題申込総数が434題になりましたので、A会場(神経生理)76題、B会場(感覚生理)75題、C会場(筋生理)72題、D会場(一般生理)72題、E会場(器官生理)64題、F会場(環境、内分泌生理)75題にわけました。そして第3日午後にはグループ討議会の時間をつくりました。このほか、日本生理学会の幹旋による外人学者の講演として、ノースカロライナ大学 H. S. Bennett 教授(第1日A会場、午後4時50分から6時まで)とオーストラリア国立大学 P. O. Bishop 教授(第1日B会場、午前11時40分から12時20分まで)があり、第2日の夜6時から9時まで第2回生理学教育シンポジウムが開かれ、いずれも大盛会でした。評議員会は第1日午後7時から

9時30分まで、総会は第2日午後3時から4時30分までA会場で行われました。

大会としての行事ではありませんが、菅野富夫教授のお世話で、大会の前日(6月25日)に第12回生理学若手シンポジウムが北大と札幌市民会館の3会場で開催され、また今回はじめてグループディナーが催され、なかなかの成功でした。1年にただ1回顔を合わせる同好者の会合が今後このような形でひろく行われるようになるかも知れません。

宿泊、航空券の割引、観光視察旅行に関しましては、一切を交通公社に依頼しましたが、とくにトラブルはなかったようです。ことに観光旅行に参加された方からは、天気めぐまれて快適であったとお言葉をいただきうれしく思いました。

当番幹事として一ばん困りましたのは、昨秋オイルショックにともなって物価が急騰したことで、とくに紙を入手する見込みがなくなってしまい、予稿集が作れるかどうかさえ危ぶまれるようになってしまいました。この危機は辛じてのりこえたものの、印刷費は前年のおよそ3倍近くかかったのではないかと思います。また郵便の遅配も大きい悩みで、たとえば、参加申込の締切りを一応12月末日としましたが、その期日までに申込書を受取ったのはわずか446名にすぎない程度でした。

こうした物価上昇の折柄であり、また会場を学外にしましたので借用料と設営費に186万円におよぶ多額の費用を必要と致しましたので、止むなく参加費を前年の2,000円から2,500円にせざるを得ませんでした。この点で会員の皆様方にご迷惑をおかけ致しましたことを深くお詫び申し上げます。幸い、器械図書展示料、広告掲載料、北海道および札幌市からの援助、若干商社からの援助、同窓会からの後援費などによりまして、大会を円滑に運営することができまして、どうにか収支をつぐない得ました。

以上第51回大会をかえりみて概要をご報告申し上げますとともに、更めて会員の皆様方の絶大なご協力に感謝の意を表する次第でございます。

## 1. 脊髓・末梢神経 (1—6)

1. 太い線維の選択的伝導遮断について. 福島 菊郎, 箭原 修, 加藤正道 (北大, 医, 第二生理)

ネコの腓腹神経に加えた台形波による直流通電は, L<sub>7</sub> 前根線維束から記録した  $\alpha$  volley を選択的に block したが,  $\gamma$  volley は, 面積値で約17% 減じただけであった. L<sub>7</sub> 前根 filament から記録した単一運動線維について解析を加えると相関係数  $-0.71$  で, 各単一神経線維の伝導遮断電流値は, 伝導速度の  $2.01$  乗に反比例する関係がえられた. 伝導遮断の順序を, 各々,  $2 \sim 5$  本の単一神経線維を含んだ L<sub>7</sub> 前根 filament 26本 ( $\alpha$  22本,  $\gamma$  41本の計63本) について調べると, 26本中18本 (69.2%) は, 太い線維から順に block され, 4本は, 太い線維と細い線維が, ほぼ同時に block され, 残りの4本 (15.4%) は, その順序が逆になった. 通電による潜時の延長を82本 ( $\alpha$  39本,  $\gamma$  43本) の単一神経線維で調べると, 54本 ( $\alpha$  25本,  $\gamma$  29本) は, control の潜時に対する延長度が, 10%未満, 27本 ( $\alpha$  13本,  $\gamma$  14本) は, 10%以上20%未満,  $\alpha$  1本のみ23%の延長度を示した. これらの単一  $\alpha$  線維の潜時が, mass  $\alpha$  volley の潜時の幅よりも延長した例は認めず, また単一  $\alpha$  線維は,  $\alpha$  volley よりも先に, あるいはほとんど同時に block され,  $\alpha$  volley が完全に block された後でも単一  $\alpha$  線維が伝導を続けた例は認めなかった. 通電による延長した潜時の絶対値は, 相関係数  $-0.95$  で, 伝導速度に反比例していた.

2. カエル脊髓神経節の活動電位の接近電極記録. 円谷 豊, 森 昭雄, 大沢 昭, 松田佳宜, 伊藤尚雄, 山泉一仁 (日大, 医, 第一生理)

食用ガエルのVIII脊髓神経を刺激し, 脊髓神経, 脊髓神経節および後根の特殊活動電位を記録し, 主として後根神経節の機能について解析した.

1. 正常伝導では, 脊髓神経の節に近い部分の伝導速度は後根の伝導速度に等しいが, 脊髓神経節電位の伝導速度は約10%小さい. Duration は節電位で延長し, 後根電位でさらに延長する.

2. 逆伝導では, 節電位の duration は延長し, 脊髓神経の活動電位の duration はさらに延長する.

3. したがって脊髓神経節に入った impulse は

再び逆もどりして根および脊髓神経の方向に伝導する.

4. 刺激を強くすると spike 電位が前進する.

5. 節電位は速い spike 群とおそい spike 群の合成電位であり, 前者は下腿神経の電位波であり, 後者は坐骨神経の電位波である.

6. 節電位に対する morphine, hydrochloride 溶液の作用は振巾を初期増大したのち低下せしめ, duration を初期延長したのち短縮する.

3.  $\gamma$  運動ニューロンの脊髓温度の影響および皮膚温度との相互干渉作用. 佐藤春彦 (名古屋市大, 医, 第二生理)

Discharge from a single functional gamma efferent dissected from a lumbosacral ventral rootlet in a C-1 spinal preparation of the cat was remarkably influenced by cooling or heating a small area of the skin on the ipsilateral hind leg at which mechanical stimuli such as light touch or pinch easily elicited gamma reflex activation (SATO, H. et al., 1972). It was also demonstrated that such thermal gamma reflex activation from the skin depended on speed of cooling or heating, but the skin temperature did not alter the level of static gamma activity, as 'dynamic characteristics'.

On the basis of the other reports on a thermosensitivity of the spinal cord, the present study was undertaken first to investigate how temperature of the spinal cord influenced spontaneous activity of gamma discharge under a constant skin temperature. In C-1 spinal preparation of the cat, the spinal cord was cooled or heated ( $25 \sim 45^{\circ}\text{C}$ ) by a water perfused thermode at a moderate speed of temperature change ( $0.05 \sim 0.1^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ ). In all experiments, it was observed that discharge frequency gradually increased in lowering the cord temperature below body temperature of  $38^{\circ}\text{C}$  and subsequently decreased in raising it again, sustaining a certain level of frequency corresponding to respective cord temperature.

Heating of the cord beyond 38°C produced transiently a burst of discharge adapting slowly to a new level of frequency, too. Below 30°C of the cord temperature, gamma activity abruptly ceased in most cases. By changing step-wisely the cord temperature to the various levels between 25°C and 45°C, such sustained discharge frequency was determined as a mean value and plotted in relation to the adapted temperature of the spinal cord, as a 'steady state characteristic'. These plots in seven gamma fiber appeared to show a tendency of increasing in discharge frequency in both range of temperature below and above 38°C. In a few experiments, the thermal gamma reflex activation from the skin were examined at three different temperatures of the spinal cord (34°C, 38°C and 40°C). It was clearly showed that its activation was most effective near the normal body temperature (38°C).

#### 4. 脊髄半切サルにおける膝蓋腱反射亢進の発現機序について (第2報). 青木 藩, 森 茂美, 藤森聞一 (北大, 医, 第二生理)

サル (25頭) の胸髄 (Th 8) を半切すると, ほとんど全例に2~3週間後から始り6週間で最大に達する同側性の膝蓋腱反射の亢進が認められた。この亢進は足蹠部につけた豆ランプの軌跡を日を追って測定する事により確認された。1) この亢進は半切部直下で全切断を加えても依然として認められた。2) その際膝蓋腱を叩打するとL6DR から導出される求心電位は半切側で減弱していたが, L6VR の反射電位は増強していた。3) 大腿四頭筋支配神経の電気刺激によりL6VR から単シナプス反射電位 (MSR) を導出したところ, 半切側の MSR の振幅が大きく, 立ち上りまでの潜時が0.2 msec 短縮しており, さらに入力-出力関係曲線, 頻回刺激に対する応答性などをしらべたところ, いずれも半切側で単シナプス接続の促進状態が認められた。4) 四頭筋支配の $\alpha$ 運動ニューロンと同定されたニューロンにつき細胞内微小電極で調べたところ, 静止膜電位には差が認められなかったが, 単シナプス性EPSPの立ち上り時間が半切側で早く, 短い潜時

で spike を発生するのが多く認められた。

以上の事から, 半切後の膝蓋腱反射亢進は半切部以下の脊髄髄節内に2次的に発生してくる機序によるものであることがわかった。

#### 5. SBS 反射の脊髄径路と脳幹の反射中枢. 島村宗夫 (東京都神経研, 神経生理)

SBS 反射は皮膚からの興奮が, 脊髄を上行し, 延髄網様体に達した後, 脊髄を下行して屈筋の運動細胞に達する長い反射系である。脊髄の上行, 下行路, 延髄網様体のニューロン結合などの詳細は明らかではない。そこで今回は, ネコを対象として, これらの関係を, 脊髄の部分切断, 微小電極によるニューロン活動の導出などの組合せによって検討した。

1. SBS 反射の脊髄上行路は, 刺激と同側では背側脊髄小脳路と同じ位置にあり, 反対側は腹側脊髄小脳路を含め比較的広い部分にあるものとみられる。

2. SBS 反射の脊髄下行路は, 延髄網様体脊髄路が主であるが, 一部は皮質脊髄路, 腹側網様体脊髄路も関連するものとみられる。

3. SBS 反射の反射中枢とみられる部位は, 主として延髄網様体の正中部にあり, 橋部より下位とみられる。SBS 反射に関連するとみられる延髄網様体のニューロンには大別3種類あり, 1群は脊髄から網様体への「入力」のニューロン, 2群は網様体から脊髄への「出力」ニューロン, 他の群は網様体内での「介在」ニューロンとであった。

#### 6. クラーク柱以下のレベルに起始する同側性脊髄小脳路について. 青山正征, 工藤典雄, 本郷利憲\* (筑波大, 生理・東京医歯大, 歯, 生理\*)

ネコ下部腰髄 (L<sub>5</sub>-L<sub>6</sub>) に起始する同側上行性の脊髄小脳路を新たに同定した。その起始細胞の脊髄内位置, 軸索の伝導速度, 筋I群線維からの入力様式は前回報告のとおりである。

この脊髄小脳路は筋I群線維だけでなく, 皮膚神経 (35例/127例), 関節神経 (3例/19例) から単シナプス入力を受けることが明らかにされた。これら単シナプス入力の特徴として, 同一細胞に異なる modality の求心線維が収斂しうること, 一般に広い空間領域からの入力の収斂を受けるこ

とが挙げられる。

起始細胞から記録を行ないつつ、その逆行性スパイクを指標として、脳幹、小脳における軸索の位置と終止様式を検索した。その結果、延髄 obex のレベルで軸索が背腹両側を通過すること、小脳では主として前葉の vermis, lobule III~V に終止し、その後部は前肢領域をも含むことが明らかに

された。同一ニューロンの軸索が分岐し、異なる 2~3 の lobule に終止しうることも確かめられた。

同じく同側を上行する、Clarke 柱起源の DSCT と本経路とは、以上のように、種々の点で違う性質を示し、両者は、機能的分担を異にするものと考えられる。

## 2. 小

### 7. 小脳性運動失調の神経機構。出浦滋之、藤田雅文、長崎幸雄（岐阜大、医、第二解剖）

小脳脚を切断した際に起る小脳性運動失調状態の発現と回復に関与する神経機構を明らかにするために、小脳求心系および小脳遠心系の終止部位を単独または組合せて傷害し、それぞれの場合の運動失調状態ならびに脳内各部の自発神経活動を無麻酔、無拘束条件下で観察し、次の如き結果をえた。

1. 小脳求心系の単独傷害では後脊髄小脳路、前庭神経核、延髄網様体核の傷害時には術後しばらく同側前後肢の緊張低下を来すがやがて回復し、後肢の軽い跛行を残すのみとなったが、下オリーブ核傷害例では術後まず同側前後肢の緊張低下が起り、次いで対側後肢の跛行を生じ、これが一旦回復に向うが、術後12月より再び顕著となった。

2. 小脳遠心系の傷害では、赤核および視床腹側核外側部の組合せ傷害時のみ同側前後肢の緊張亢進、跛行が認められたが、小脳核、赤核、視床腹側核外側部の単独傷害では明らかな変化が認められなかった。

3. 小脳脚切断後30日以上経過した小脳皮質の自発放電は術後2日までと同じく同側の放電間隔および電位高の不揃い化を認めた。また下オリーブ核傷害後12月以上と経過したものでは、傷害側小脳皮質における放電間隔の不揃い化と対側大脳皮質における放電間隔および電位高の不揃い化を認めた。

### 8. 四足歩行ネコにおける延髄・小脳ニューロンの活動。有働正夫、田中啓治、小田洋一（阪大、基礎工、生物）

視床の後部で除脳したネコの四肢をトレッドミ

## 脳（7—16）

ル上で駆動すると四足歩行運動が発現する。この標本はモスコグループの少数の実験に用いられたが、今回は中脳に対する電気刺激を一切用いなかったことが特長である。実験結果は、1) 後肢を制御するダイテルス細胞の活動は同側後肢の stance 相 (A 峰), swing 相 (B 峰) に 2 峰性を示す。B 峰は同側前肢の stance 相に対応する。後肢のみの歩行に際しては A 峰が、前肢のみの歩行に際しては B 峰が優勢となるので、A 峰は後肢の、B 峰は前肢の能動的なうごきに関係していることがわかる。2) 小脳皮質虫部 V 葉の長軸索のブルキンエ細胞の活動性は 1 峰性で、swing 相 (I 群) および stance 相 (II 群) に活動を示す 2 群に区別される。3) 虫部 V 葉に直径 1 mm の電気凝固を作ると 1) において A 峰と B 峰の差が減少する。4) 2) と 3) を対照すると、I 群のブルキンエ細胞の軸索が遮断されたと考えると 3) の結果を説明できるが、3) の標本で脊髄脳幹レベルでの情報処理が変容したとすると I 群に帰する必然性はなくなる。結局、小脳皮質の神経機構が、長軸索をへて直接的に、または脊髄脳幹レベルでの情報処理を介して間接的に、いずれにせよブルキンエ細胞の軸索遮断と関係して四肢の協調に関与していることをニューロンレベルで支持する一事実をえたと考える。

### 9. 小脳ブルキンエ細胞活動と急速および緩徐追跡作業。真野範一、山本健一\*（東京都神経研、神経生理・東大、脳研、生理\*）

Two rhesus monkeys were trained to perform a tracking movement by the wrist flexion or extension, looking at a target and a indicator beams on a widescope in front of the monkey.

Discharges of 92 cerebellar Purkinje cells in

the lateral and intermediate hemispheres were recorded with glass coated platinum-iridium microelectrodes during the performance of both quick ( $150^{\circ}\sim 350^{\circ}/\text{sec}$ ) and slow ( $20^{\circ}\sim 150^{\circ}/\text{sec}$ ) tracking movements. In about 40 cells, simple spike firing rate was observed to change in close relation to the movement, the change (increase or decrease) was qualitatively the same in relation to both quick and slow movements. In about ten cells, the complex spike activity also changed and the qualitative pattern of the change was also the same with the two sorts of movement.

We discussed our results against the hypothesis of "the cerebello-cortical ballistic clock" proposed by H. H. Kornhübler (1971) and also against the suggestion made by T. Thach (1972) on the phasic role of the complex spike.

#### 10. 小脳片葉による前庭動眼反射の制御機構. ブルネロ・ゲラルドッチ, 伊藤正男, 志井田孝, 八木伸也, 山本三幸 (東大, 医, 第一生理)

小脳片葉が前庭性および視覚性の信号を統合して前庭動眼反射を制御する機構を解明するため, カイウサギに水平回転と視覚刺激を組合せて与え, これにより惹起される眼球回転と片葉プルキンエ細胞のインパルス発射を調べた。カイウサギは無麻酔のまま押田式固定器に入れ, 回転台上で周期5~10秒の正弦波状水平回転を加える一方, 回転台中心から95cmの距離に巾1cm, 長さ50cmの細隙光を垂直に置いて視覚刺激とした。眼球回転は角膜上の示標の位置を斜上方より双眼顕微鏡で読み取り測定した。振巾10度の水平回転により暗所では2~4度の眼球回転が生じたが, 細隙光を固定位に示すと眼球回転の振巾が著明に増大し, 台と連動して同相に20度動かすと著明に減少した。これらの変化は片葉を慢性に除去したカイウサギでは見られなかった。微小電極による導出のためには実験の3~7日前に頭頂骨に3本のボルトを埋め込みデンタルセメントで固めておき, これを回転台に固定した。暗所での回転により片葉のプルキンエ細胞は単純スパイクの放電頻度に著明な変調を受け, 一方細隙光だけの運動によっては登上線維による複合スパイクが変調を受

けた。回転と細隙光による組合せ刺激では両型のスパイクの何れにもそれぞれ特徴のある変調がみられた。

#### 11. ネコ小脳プルキンエ細胞における GABA と butyrophenones との協力作用について.

丸山昇治, 川崎 匡 (新潟大, 脳研, 神経生理)

Interaction between GABA and butyrophenones administered microelectroretically was examined on cerebellar Purkinje cells of cats. GABA (5~30 nA) consistently blocked the simple spike discharge of Purkinje cells. Spontaneous climbing fiber responses, however, persisted during the administration of GABA even when currents as high as 100 nA were used to eject GABA. Haloperidol (more than 50 nA) and droperidol (more than 20 nA) produced a depressant action on the spontaneous firing of P. cells. Both haloperidol and droperidol, applied with small currents, enhanced the depressant action of GABA on the spontaneous firing of P. cells. GABA depressed the L-glutamate-induced P. cell firing and droperidol produced the same action as GABA, but with greater ejecting currents. Microelectroretically applied bicuculline blocked the depressant action of GABA and droperidol respectively on the spontaneous firing of P. cells and reduced the synergistic effect of both drugs. Noradrenaline also depressed the spontaneous firing of P. cells. This depressant effect, however, was not enhanced at all, or hardly blocked, by droperidol. It seems probable that synergism may exist between GABA and butyrophenones at the GABA-operated synapses.

#### 12. プルキンエ細胞の賦活様式について. 高比良英輔 (神戸大, 医, 第二生理・東海大, 医, 第一生理)

1. ネムブタール麻酔(初期量40 mg/kg, 以後追加しない)下で除脳したネコの小脳前葉皮質で, 表面電位およびプルキンエ細胞活動の記録をおこなった。

2. 刺激は, 記録皮質直下の白質に針状電極を

刺入し、誘発電位を示標として、極大刺激強度を測定した。誘発電位は三つの成分からなるが、刺激強度によって、これらを分離することはできない。

3. プルキンエ細胞の単位応答は、逆行性スパイク、単一スパイク、複雑発射の3種である。前2者はよく似た活動であるが、A-Bステップ、潜時の動遙、応答確率等によって区別できる。

4. この3種の応答の潜時ヒストグラムを描いた。単一スパイクと複雑発射は、それぞれ逆行性スパイクに対して特徴的な遅延をしめす。しかしこの2者の潜時の大半は重なりあっている。複雑発射の潜時は、逆行性スパイクの潜時と相関して、固有の結節性遅延の延長を生ずる。

5. 相対閾値の測定によって、3種の応答の白質内伝導線維の性質、すなわち白質内伝導時間には差がないことが判明した。

6. 以上の成績にもとづいて、プルキンエ細胞を賦活する皮質回路図を描いた。

### 13. 小脳片葉プルキンエ細胞の光受容野の特性. 前川杏二, 木村 実\* (自治医大, 第一生理・東大, 医, 第一生理\*)

クロロローゼ・ウレタンで麻酔したカイウサギの小脳片葉のプルキンエ細胞の単一発射を細胞外に導出し、スクリーン上に投射した種々のパターン光の点滅により誘発される登上線維性発射 (complex spike) のみを取り出して計算機で加算し PST ヒストグラムをつくり、プルキンエ細胞の視覚受容野の性質を検討した。

小脳片葉のプルキンエ細胞の多く (80%) は視角  $10^{\circ}$ ~ $20^{\circ}$  の興奮性受容野をもち、その反応には ON excitation と OFF excitation とがある (E-Type)。多くの場合、興奮性受容野は抑制性受容野でかこまれており、抑制性受容野の光の点滅で自発発射は抑制される。少数の (20%) 細胞では視野中に興奮性受容野が認められず、抑制性受容野のみが認められた (I-Type)。

抑制性受容野は視角  $20^{\circ}$ ~ $40^{\circ}$  で興奮性受容野より大きい。抑制性受容野が興奮性受容野と最も異なる点は、興奮性受容野には光刺激の方向特異性が明瞭であるのに対して、抑制性受容野では方向特異性が認められないことである。

検討した35個のプルキンエ細胞のうち、7個は

ON, OFF excitation area の両者をもち抑制反応は弱い。14個は ON excitation area のみで、そのうち6個では興奮性受容野は OFF inhibition area でかこまれている。7個は OFF excitation area のみでそのうち6個は ON inhibition area でかこまれている。7個の細胞では興奮性受容野は認められず、抑制性受容野のみが認められた。

### 14. 前庭脊髄路のオーガニゼーション. 赤池 忠 (東大, 医, 第一生理)

ミンタール麻酔ネコを用いダイテルス核とその周辺より前庭脊髄路細胞を多数採取し、その軸索走行路、伝導速度、および終止する脊髄節レベルを決定した。さら前庭神経および小脳皮質よりの入力の有無を観察した。これから、I) 前庭脊髄路のニューロン構成と、II) 脊髄節レベルにより前庭脊髄路の支配様式が異なることを示した。すなわちこの系は、1) 外側 (70%) と内側前庭脊髄路 (30%) より成り、2) ほぼ4等分して頸 ( $C_1$ - $C_3$ )、前肢 ( $C_4$ - $C_6$ )、軀幹 ( $T_1$ - $L_4$ )、および後肢領域 ( $L_5$ 以下) に終る。3) 前庭入力を単シナプス性に受ける "second-order" と多シナプス性あるいは全く受けない "non-second-order" 細胞は約半数づつであり、4) 小脳抑制を直接うける細胞は約8割あった。次に脊髄節レベルによる支配様式の相異は、1) 軀幹領域に比べ頸前肢領域は約4倍、後肢領域は約3倍多く終止していた。2) 後肢、軀幹領域はほとんど LVST、前肢領域はほぼ等分、頸領域は約2倍 MVST が多く終止していた。3) "Second-order" と "non-second-order" の比率は、頸領域では前者が約3倍、前肢領域では約2倍であり、軀幹および後肢領域では後者が約2倍多く終っていた。4) 小脳抑制は尾側で終る細胞程高頻度で観察された。5) より尾側で終る線維程伝導速度の早いものが多かった。

### 15. 小脳室頂核への前庭性入力. 古屋彦彦, 河野憲二, 島津 浩\* (群馬大, 医, 行動研生理・東大, 医, 脳研生理\*)

無麻酔除脳ネコの小脳室頂核で同側水平半規管の刺激に応ずるニューロンが記録された。これは対側前庭核に投射する hook bundle の起始細胞の分布と一致して、主として核の後半にあった。室頂核から細胞内記録を行ない、同側前庭神経を

刺激すると単および多シナプス性 EPSP が生ずる。前庭神経からの促通効果を用いて調べると後者の介在ニューロンは前庭神経核内にある。すなわち前庭神経一次線維および前庭神経核二次ニューロンがともに室頂核ニューロンに興奮性シナプス結合をもつ。

一方前庭神経核の水平半規管系中継ニューロンは対側前庭神経刺激で抑制されることが、小脳無傷で残して脳幹を正中線で切断した後にもみられた。この抑制は前庭小脳摘除、ピクロトキシン投与によっては変化せず、室頂核限局破壊によって消失することより、室頂核を経由するものである。この抑制に対応して前庭核中継ニューロンから IPSP が記録された。この抑制の最短経路は室頂核から 2 シナプス、対側前庭神経から 3 シナプス性であった。したがって上述の室頂核への水平半規管からの入力は反対側の前庭神経核に達し、水平半規管系中継ニューロンを抑制すると思われる。

16. ネコ前庭眼反射系の動特性に対する小脳と脳幹の影響。篠田義一、吉田 薫 (東大、医、脳研生理)

無麻酔除脳ネコの水平半規管に対する正弦波回

転刺激を入力として前庭眼反射系の動特性を調べると、前庭神経核ニューロンの応答の位相に比し、外転神経発射の位相は時定数 1.8 秒の不完全積分で近似できる遅れを示す。本研究ではこの中枢性の積分作用に対する小脳と脳幹の関与を解析した。

小脳全摘除後の前庭核ニューロンおよび外転神経発射の位相特性は、それぞれ小脳無傷時の特性と差が認められなかった。すなわち小脳摘除後も中枢性の積分作用は残る。

一方脳幹をとる径路として、前庭核と眼運動ニューロンの間には、単シナプス性結合と脳幹深部を介する多シナプス性結合が考えられるが、比較的選択的に多シナプス性結合を遮断するとされる mephenesin, nembutal を投与すると外転神経発射の位相が明らかに進むのが見られた。逆に内側縦束を切断して単シナプス結合を除いた動眼神経内側直筋枝における応答の位相特性は同時に記録した対照の外転神経発射の位相と一致して差が認められなかった。

以上のことから前庭眼反射に見られる中枢性の積分作用に関与する神経因子として、脳幹深部、おそらく網様体を介する多シナプス性の結合が重要な役割を果たしていると考えられる。

### 3. 間 脳・脳 幹 (17—39)

17. 咬筋と顎二腹筋の間にある相互抑制現象について。伊東啓八郎、高田 充、河村洋二郎 (阪大、歯、口腔生理)

Effects of afferent impulses from the masseter muscle on the digastric motoneurone and those from the digastric muscle on the masseteric motoneurone were examined in the decerebrated cats.

The electrical stimulation of the digastric branch of the mylohyoideal nerve induced IPSP with about 30 msec latency on the masseteric motoneurone. As stimulation is stronger, the latency of the IPSP becomes shorter. In the digastric motoneurone, stimulation of the high threshold afferent fiber in the masseteric nerve induced EPSP with about 5 msec latency and it was followed by IPSP. Weak stimulation of

the masseteric nerve less than 10 times threshold did not induce any effects on the digastric motoneurone, even when 3 train of group volley were applied. As such, the impulses via the Ia nerve from the masseter muscle did not effect on the digastric motoneurone.

The digastric motoneurone is influenced by impulses via the high threshold afferent nerve fiber from the masseter muscle, and the masseteric motoneurone is influenced by the digastric high threshold one.

18. 三叉神経運動ニューロンにたいする延髄網様体制御。中村嘉男、高取真史、菊池十一\* (東京医歯大、歯、顎研生理・東京医歯大、歯、麻酔\*)

ネコの延髄網様体内側部の刺激とニューロン活動の記録をおこない、次の結果をえた。

1. 延髄網様体ニューロン55コは、咬筋運動ニューロンに IPSP を誘発する大脳皮質の部位の刺激にたいしてスパイク発射で応じた。

2. これらのニューロンのうち、48コは皮質の抑制部位の刺激にしか応じなかったが、7コは非抑制部位の刺激にも応じた。舌神経刺激に応じたものは20コであった。

3. 三叉神経運動核に軸索をおくるものは19コであったが、このうち3コだけが舌神経刺激に応じた。これら19コのニューロンに、皮質抑制部位の1発と3発刺激、舌神経刺激によって誘発される平均スパイク発射数は、それぞれ1.2, 2.1, 0.2発であった。また、皮質抑制部位の刺激によってこれらのニューロンに誘発されるスパイクの最短潜時は1.3ミリ秒であった。

4. 延髄網様体内側部の刺激は、同側ならびに反対側の咬筋運動ニューロンに平均0.89ミリ秒の潜時間で IPSP を誘発した。

以上の結果から、1) 大脳皮質から咬筋運動ニューロンにたいしては、最短2シナプス性の抑制経路がある。2) 咬筋運動ニューロンにたいする皮質性抑制経路は、supratrigeminal nucleus を経由する末梢性経路とは独立で、延髄網様体を介する、と推定した。

19. 三叉神経入力側の側方抑制。伊志嶺せち子、彦坂興秀、中村嘉男\*(東大、医、脳研生理・東京医歯大、歯、顎研生理\*)

ネンプータル麻酔ネコの顔面皮膚に格子状に配列した2mm 間隔と10mm 間隔の双極針電極により定電流刺激(0.1~2mA)を加え、三叉神経脊髄路核内で三叉神経一次求心線維より軸索内記録を行ない、直接誘発されるスパイクと一次求心線維脱分極(PAD)を指標として、それらを誘発する皮膚領域の空間的パターンを調べた結果、弱電流では、スパイクとPADをそれぞれ誘発する部位が完全に分離される例が2mm 間隔刺激で14例中11例、10mm 間隔の刺激では27例中16例見出された。スパイクを誘発する皮膚部位を興奮野、PADの誘発部位を抑制野とすると後者は前者に対して側方抑制パターンとなり、神経機構としては、相互抑制型結合によると考えられる。スパイクの閾値下の刺激強度では、興奮野の刺激が最大振幅のPADを誘発した。このPADは当然すべて相互抑

制的に誘発されたものであるが、自己抑制型PADの有無を検索するために軸索内記録しつつある線維に、通電を行なってスパイクを誘発し、PADが20c/s 刺激でほとんど消失する事実を利用してスパイクにひきつづくnegative slow potentialに対して刺激の頻度効果を観察したが、自己抑制型PADは検出されなかった。以上のことから、三叉神経入力側の側方抑制に関与する主要な神経機構は、相互抑制型結合であると結論した。

20. 嚥下時の延髄網様体電気活動と嚥下諸筋の活動との相関。中山 沃、称屋俊昭、渡辺克仁、山里見弘(岡山大、医、第二生理)

顎舌骨筋の活動を基準にして、上喉頭神経刺激による嚥下時に、われわれが嚥下中枢と推定している延髄の門から約3mm 頭側の外側網様体内側部でえられる神経活動と嚥下諸筋の活動との時間的経過を比較し、嚥下の調節がこの部位で行なわれることの可能性を調べた。

三叉神経支配の顎舌骨筋の活動開始時点より嚥下諸筋の活動開始時点迄の遅延および活動の持続時間は、舌下神経支配のオトガイ舌骨筋、舌骨舌筋、茎突舌筋では20~40msecと400msec、副神経と顎神経支配の甲状舌骨筋で44msecと413msec、顔面神経支配の茎突舌骨筋で68msecと425msec、舌咽および迷走神経支配の上・中・下咽頭収縮筋では85~540msecと300~500msec、食道筋では850msecと750msecであった。これら筋活動の位相の差異はその支配神経単位すなわち運動神経核ではすでに神経活動の時間差が生じていると考えられる。胸骨舌骨筋、胸骨甲筋、下咽頭収縮筋では嚥下時に筋活動の一時的抑制がおこった。他方、延髄網様体からは嚥下諸筋の活動開始時点と持続時間とに極めて類似した神経活動がえられた。このことは、網様体(嚥下中枢推定部位)において嚥下運動の調節が行なわれている可能性を示唆する。

21. 顔面運動ニューロンに対する上位脳中枢の影響。田中 任、浅原俊弘、勝田 穰(三重大、医、第二生理)

ネンプータル麻酔下のネコの顔面運動ニューロンより細胞外および細胞内電位誘導を行ない、同側三叉神経及び反対側の赤核、錐体路などの刺激

効果を調べ以下の成績をえた。赤核刺激により、顔面神経核に潜時約 1.5 msec の陰性の細胞外電位が観られた。この波は三叉神経刺激で起きる緩徐な陰性波に比し潜時が短い。顔面神経核の背内側寄りの部位で顕著であった。大脳脚刺激で誘発される陰性波は、上記 2 者と比べて潜時がさらに長く、顔面神経核内での部位は、赤核の場合と異なり外側寄りに顕著な傾向がみられた。赤核および大脳脚刺激で起きる電位と顔面運動ニューロンの興奮性との関係を、二重刺激法でそれぞれ調べると、赤核では 10~15 msec、大脳脚では 20~30 msec にわたって促進が観られた。顔面運動ニューロン 64 個の赤核刺激で発生した EPSP の潜時は 0.6~1.4 msec で、単シナプス性入力であることが示された。大脳脚刺激で起きる EPSP は、赤核刺激の EPSP と較べて rise time が長く、持続も延びていた。72 個の顔面ニューロンの潜時は 1.2~3.2 msec (平均 2.4 msec) で、シナプスが二つ以上の結合が考えられた。大脳皮質、内包、大脳脚をそれぞれ刺激して外挿法で調べると、1.8~2.0 msec 位のシナプス遅延を必要とすることが示された。

錐体路の伝導速度は 50~60 m/sec であった。大脳脚刺激で、三叉神経脊髄路核細胞に発生する EPSP の潜時は約 1 msec で、この脊髄路核が介在ニューロンとして重要であることが示唆された。

**22. III, IV, VI 神経核運動細胞に対する錐体路の制御様式.** 内野善生, 平井直樹, 渡部士郎 (杏林大, 医, 第一生理)

Effects of electrical stimulation of the pericruciate cortex and cerebral peduncle on the motoneurons innervating each of six extraocular muscles were investigated both extra- and intracellularly in the pyramidal cat. EPSPs were evoked disynaptically in most of the lateral and medial rectus motoneurons by bilateral stimulation of the pericruciate cortex and peduncle. Reciprocal effects were obtained on the oblique muscle pair; the superior oblique motoneurons received disynaptic EPSPs contralaterally and IPSPs ipsilaterally and, conversely, most of the inferior oblique motoneurons exhibited IPSPs contralaterally and EPSPs

ipsilaterally. Both the superior and inferior rectus motoneurons received disynaptic EPSPs and polysynaptic IPSPs from the contralateral, and IPSPs or EPSP-IPSP sequences from the ipsilateral, precruciate cortex and peduncle. The nuclear delay of the EPSPs at the level of III, IV and VI motoneurons ranged from 0.7 to 2.4 msec (mean: 1.26 msec,  $n=43$ ) by ipsilateral and ranged from 0.7 to 1.5 msec (mean: 1.11 msec,  $n=43$ ) by contralateral pyramidal activation. The conduction velocities of the bilateral pyramidal tract fibers which mediated the disynaptic EPSPs ranged from 15.0 m/sec to 121.9 m/sec (mean: 39.6 m/sec,  $n=78$ ) and fibers mediated the IPSPs ranged from 13.0 m/sec to 45.7 m/sec (mean: 26.5 m/sec,  $n=6$ ). It was concluded that the pyramidal tract controls differentially each antagonistic pair of ocular motoneurons initiating the horizontal, vertical or rotatory eye movement.

**23. 橋部切断ネコの垂直眼球運動に対する皮質視覚野の影響.** 川村 浩, 西岡伸子, 浦野明央 (三菱化成, 生命科学研, 脳神経生理)

三叉神経前, 橋部切断ネコは, 笑気 70%, 酸素 30% を吸入させても, 規則的に上下に動く対象に追従する垂直眼球運動に影響はない。この標本で前頭葉を運動感覚野, 前頭眼窩野を含めて広汎に破壊しても, 眼球の垂直追従運動は維持されるが, 視覚野のうち 17 野を完全に破壊すると単純な視線固定反射をのぞいて追従運動は消失する。

対側視神経の単一刺激にたいして上丘から同心型針電極で記録した誘発電位のうち, Clare & Bishop の C<sub>2</sub> は垂直眼球追従運動をひきおこす視覚刺激に対応して律動波をのせて著明に増強する。この律動波は 17 野の電気刺激によっても上丘に最短潜時 1.5 msec ぐらいで誘発され, やはり視覚刺激にたいして著明な増強を示す。窒息の条件で C<sub>2</sub> の振巾変化が, C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub> と比べて異なった経過をとることも, この波の特殊な起原を間接的に支持する。17 野の破壊後 C<sub>2</sub> の変動はその部分にあらわれる律動波を含めて著しく小さくなり, 18, 19 野の破壊を追加すると, これらの変動はみられなくなる。上記の所見は眼球追従運動の発現

にたいして、直接網膜から上丘へ到達する情報と、皮質17野經由の情報との統合が必要条件であることを示している。

**24. 視床の条件刺激と皮膚誘発電位.** 滝本洋司, 越野兼太郎, 栗本匡久\*, 三木正毅\*, 中埜賢\* (阪大, 脳外科・関西医大, 脳外科\*)

Thirty rabbits were utilized for this study. All surgical procedures were carried out under local anesthesia. The animals were immobilized by Succinylcholine chloride and artificial respiration was maintained through a tracheostomy. Stainless steel electrodes with 0.5 mm bare tips were stereotaxically placed in the thalamic nuclei and sensory and visual areas of the cortex. As test stimuli, photic and sensory stimuli were delivered from a photic stimulator and from electrical stimulation of the hind limbs respectively. The stimulator also triggered an oscilloscope and averaging transient computer, to which 30 successive evoked transients were channelled for analysis.

Cortical photic and sensory evoked potentials were inhibited following conditioning stimuli applied to the specific and non-specific thalamic nuclei irrespective of frequency parameters. On the other hand, as was already reported, the conditioning stimuli applied to the posterior hypothalamus inhibited and facilitated cortical photic evoked potentials with a train of high and low frequencies respectively, but not the case in the sensory evoked potentials.

These observations may be due to differences of phylogenesis in the central nervous system and of test stimuli.

**25. ヒト視床における neural noise について.** 深町 彰, 宮崎瑞穂, 磯部逸夫, 大江千広, 楢林博太郎\* (群馬大, 医, 脳神経外科・神経科クリニック\*)

パーキンソン氏病等に対する定位脳手術に際し、先端 20  $\mu$  程度の同芯電極を用いて視床神経細胞活動を細胞外誘導で記録した。視床単一神経

活動に由来するスパイク放電についてはすでに発表してきたが、今回はその背景をなすいわゆる neural noise について検討した。Neural noise の分析は、100 Hz-high pass filter, rectifier および積分時定数 0.1秒および 2 秒の integrator をとおして digital voltmeter で読み、かつ脳波計に saw tooth wave の振幅としてえがかせる方法を用いた。対象は局所麻酔下のパーキンソン氏病 13 例である。

通常の track は正中から 13ないし 18 mm の間で V<sub>L</sub> 核, V<sub>im</sub> 核下縁までであるが、その範囲の中で内側と外側の track で視床 neural noise の pattern に差が見られた。すなわち正中より 13~14 mm の内側群では intercommissural line より上の 10 mm 近辺で急激な noise level の上昇があり ventral thalamus (V<sub>L</sub>) 上半部での活動が最も高い level を示したが、15~16 mm の外側群では一般に内側群に比べ noise level は低く、ventral thalamus 上半部での noise level の上昇は著明ではなくむしろ同下半部で noise level が上昇することが多かった。Neural noise から見た規床上・下縁に関しては、上縁については内・外ともに明確に delineate されるが、下縁については外側は 0 近辺で明瞭に境界されるが内側はそれほど明瞭ではないことが多かった。

これら視床内 neural noise level の変動は組織学的な構造の違いを示唆しているものと考えられるが、V<sub>L</sub> 核内で覚醒により noise level が上昇する場合も見られた。

**26. 皮膚頻回電気刺激によって出現する視床 VB ニューロンの周辺抑制.** 岩村吉晃, 犬伏式生 (東邦大, 医, 第一生理)

対側前肢皮膚から投射をうける VB ニューロンの周辺抑制は通常の機械的刺激による検査では現われにくい。抑制野の機械的構成をしらべるためネンブタール麻酔ネコで皮膚の頻回電気刺激を用いて実験を行なった。受容野の形とひろがりや軽い機械的刺激で決め、その中心、辺縁または周辺に皮内針電極をつうじて 200 Hz までの頻回電気刺激を加えた。受容野の中心を刺激したときユニット応答の刺激追従性はいろいろで 30 Hz 前後で cut-off になるものから 100 Hz 以上まで応じるものまでであった。受容野の辺縁を刺激したときには

それぞれのユニットでつねに中心より低い刺激頻度で応答が cut-off された。さらに受容野の辺縁または周辺の頻回刺激はしばしば自発活動の著明な抑制をもたらした。この抑制は刺激頻度が40~60 Hz でもっとも強く受容野が前肢指端に近いユニットでより著明であった。VB ニューロンの空間識別特性は末梢受容器からのインパルスの頻度に依存していることが示唆される。

27. 視床大脳皮質投射の生理学的研究. 佐々木和夫, 岡 宏, 松田好弘, 安田 隆, 水野 昇\* (京大, 医, 脳研生理・解剖\*)

The superficial thalamo-cortical (T-C) neurones conveying impulses responsible for recruiting responses to the parietal association cortex were identified by microelectrode recording in VA-VL region in the thalamus. It was found that grouped discharges of the neurones preceded, by several milliseconds, surface-negative cortical spindling waves occurring spontaneously or evoked by single stimulation of thalamic or cerebellar nuclei. Such characteristic firings of the neurones synchronous with cortical spindling waves suggest that the thalamic neurones transmit impulses responsible for the spindling activities of the cerebral cortex as well as recruiting responses, and that the neurones principally regulate the synchronized rhythmic activities of the cortex. Single stimulation of the brain stem reticular formation did not usually activate the neurones. High frequency (50~100/sec) repetitive stimulation of the reticular formation induced in most cases an initial depression of the neurones for a few seconds and then tonic discharges for many seconds. The reticular formation appears to have merely indirect and circuitous neuronal chains to the superficial T-C neurones that are considered to constitute the final direct T-C path of the non-specific T-C projection system.

28. 赤核ニューロン・シナプスの可塑性. 塚原仲晃, H. Hultborn, 村上富士男, 藤戸 裕 (阪大, 基礎工, 生物学)

小脳破壊後の機能障害の大脳による代償作用については, Luuani 以来しばしば報告されているが, そのメカニズムについては明らかでない。代償作用の細胞レベルでの機構を明らかにするために, 成熟ネコの中位核を破壊して, 数日より数週間後に赤核大細胞より細胞内記録を行なって次の結果をえた。大脳皮質感覚運動領より赤核大細胞の樹状突起末端に興奮性シナプス結合があり, 正常ネコでは, 大脳皮質や大脳脚の刺激で立ち上り時間の長い EPSP が発生するが, 小脳中位核破壊後は, 大脳性 EPSP の立ち上り時間が短くなり, しばしば2峯性となる。この変化は中位核破壊後7日ではじまり, 2週間で完成する。この間に赤核ニューロンのケーブル性の変化を, 矩形波通電に対する膜の過渡応答を解析してみると, 正常ネコのものと比較してほとんど差が認められない。以上の結果から中位核破壊後大脳皮質より新しいシナプスが赤核大細胞体近傍に形成されたと結論できる。

29. 視覚系単一ニューロンの時系列分析. 中浜博, 佐藤孝行, 石井直宏, 山本光璋 (東北大, 医, 脳研生理)

前大会において, 視索線維の受容野の中央部に10秒間の光刺激を加えた時のインパルス系列を分析した結果を発表した。光刺激に対して持続的に応答するⅡ型のニューロンでは, 刺激開始後5秒から8秒の間のインパルス系列の系列相関係数の1次の値が, 負の有意な値をとること, マルコフ性の観点からは, この時系列は単純マルコフとみなせるという結果をえた。今回はⅠ型のニューロンと比較するため, 分析区間を刺激開始後0.5秒から2.5秒の間として, 20インパルスずつの小区間にわけて, 統計量を計算し, それが光刺激の強さと共に, どんなふうに変化するかを追求した。刺激を強くしていくと, 平均放電頻度は, Ⅰ型, Ⅱ型共にある所までは, 増大して飽和に達し, その後はやや減少する傾向を示した。系列相関係数の1次の値は, Ⅰ型, Ⅱ型共に, 平均放電頻度の変化の仕方と対応して負の方向に増減した。一方Ⅱ型のニューロンの変動係数は, 刺激の強さと共に小さくなり, 平均放電頻度が飽和に達した後も著明に減少した。これは刺激の強さと共にインターバルが平均値のまわりに集中してきて, 短いイン

ターバルが少なくなったためである。

外側膝状体のニューロンでは、系列相関係数の1次の値が、視索線維のニューロンの値よりは小さいが、負にふれる傾向を示した。視床網様核のニューロンの系列相関係数の値は有意ではなかった。

**30. 慢性ネコから同時導出した脳単一ニューロンの自発発射活動について。** 中浜 博, 山本光璋, 石井直宏, 桜田 忍\*, 嶋 啓節\* (東北大, 脳研生理・東北薬大, 薬品作用\*)

頭部を拘束した慢性ネコの中脳網様体, 皮質運動, 体性感覚の各領野から, 単一ニューロンの自発発射を同時導出した。これらの領野のニューロン活動は, 覚醒-同期睡眠-逆説睡眠の各相により, 特徴的な発射パターンを示すことが, 1次統計量(インターバルヒストグラム), および高次統計量(系列相関係数図, 統計的従属性など)を算出することにより明らかにされた。すなわち, 平均発射頻度については, 覚醒および逆説睡眠相で増加し, 同期睡眠相で減少する傾向のものが多かった。しかし覚醒相と逆説睡眠相とで, 時間間隔の分布型が異なるのが通常であった。一方, 系列相関係数図, 統計的従属性によれば, 一般に覚醒相と逆説睡眠相とは同じ傾向の従属性を示すことが多く, 同期睡眠相ではそれとは異なるのが普通であった。以上の結果は, 四つのニューロン群に共通の結果であるが, 中脳網様体には, 睡眠覚醒のサイクルと無関係に従属性のある発射を呈するユニットの存在することも明らかになった。

**31. ラット摂水中枢ニューロンのアンギオテンシン感受性について。** 大村 裕, 小野武年, 杉森睦之, 中村 勉 (金沢大, 医, 第二生理)

Angiotensin II (Angio) injected into the hypothalamus elicits drinking in hydrated rats. We recorded Angio-sensitive neurons having a linear dose-dependent response to Angio in the hypothalamus, using multibarreled electrode techniques.

Angio decreased discharge rates in 50% of neurons tested in the ventral half of lateral hypothalamus (LH), while none were increased. In contrast, 60% of neurons in the dorsal half

of the LH, medial forebrain bundle (MFB), and the zona incerta (ZI) were increased in discharged rates, with 40% unaffected. The definite spatial localization of facilitated and suppressed neurons was consistent with that of osmo- and glucose-sensitive cells; i. e., osmosensitive neurons in dorsal LH and ZI were facilitated by Angio. Angio increased discharge rates of one-third of thalamic neurons, but commonly at higher thresholds than in other regions.

Some Angio-sensitive neurons in MFB were strongly potentiated in discharge rate by simultaneous application of Angio and Na. Thus, Angio in LH, MFB, and zona incerta might have an important role in control of water balance.

**32. 前頭葉と視床下部との機能連絡。** 大村 裕, 杉森睦之, 中村 勉, 山田靖幸, 滝川守国\* (金沢大, 医, 第二生理・鹿児島大, 医, 精神\*)

Stimulation of the rat lateral hypothalamus and recording in frontal cortex, or vice versa, revealed the following: Direct axons of LH neurons terminate on frontal cortex neurons. Frontal cortex stimulation produced an excitation-inhibition sequence in many neurons in the dorsal half of LH, but only inhibition in the ventral half. Antidromic frontal cortex spikes were obtained by stimulation of ventral LH, but not from stimulation of dorsal LH. Thus, the excitatory and inhibitory interneurons appear to be located outside dorsal LH and within ventral LH. The frontal cortex stimulation studies revealed a specific columnar structure within LH, inferred from temporal patterns of inhibition.

These interconnections between the LH and frontal cortex indicate that the hypothalamus can report to the frontal cortex any changes in the organism's internal milieu. One third of LH neurons is known as chemosensitive neurons which detect the concentration of blood compositions. Such mutual interrelationships between the frontal cortex and hypothalamus

may provide for the integration of feeding behavior.

### 33. 内側前脳束刺激に対する視床下部の誘発反応(続). 伊藤宗之(愛知県コローネ, 生理)

外側視床下部の神経細胞はこの領域を上行性, 下行性に走る内側前脳束の間に散在し, この神経束に線維を送り, またこれより線維を受けることが解剖学的に明らかにされている. 外側視床下部から単一放電を記録して, これより尾側前脳束に加えた電気刺激に対する駆動放電の様式を, 自発放電との衝突の有無から逆行性と順行性にわけた. この内, 順行性のものには単発刺激を繰返した時, 必ず定潜時(0.5ミリ秒内)で応ずるものと, 刺激を最大にしても平均2~3発に1回しか応じなく発火潜時もばらつく(2~3ミリ秒以上)ものがあった. これら順行性応答の2種の細胞は更に次の点からも画然とわけられた. 1) 前者は刺激を弱くして応答確率が1/2~1/3になっても発火する際は定潜時を示した. 2) 2発刺激により駆動反応の不应期(細胞自身の不应期に非ず)を調べると, 前者では10ミリ秒以下であるのに反し, 後者では70ミリ秒以上であった. 3) 逆行性発火の細胞で刺激部位を僅かに換えて順行性発火に変る場合は後者の型に限っていた. 以上から逆行性のものは外側視床下部にある下行性細胞, 順行性の内, 前者は上行性細胞と考えられるが, 3)の点から, この領域で折り返す経路では後者の型の応答によるものではないかと考えられる.

### 34. 視索前野におけるコリン作動性, GABA 作動性およびアドレナリン作動性線維支配の分布.

片岡喜由, 反町 勝, 奥野幸子, 水野 昇\*(愛媛大, 医, 第一生理・京大, 医, 第一解剖\*)

視索前野(PO)は内側前脳束(MFB)の上向性線維をはじめ, 脳弓, 視床, 扁桃核, 嗅丘などから複雑な神経支配をうけており, 辺縁系の中では重要な中継部位と考えられる. われわれはPOのニューロン構築を明きらかにする手がかりとして, 同部において伝達系毎の線維支配がどのように分布しているかを検討した. 各伝達系の指標としてシナプス局在の明らかな伝達物質合成酵素を用いた. ウサギのPOを凍結後, 内側から150~600ミクロンの切片を作製し, 各切片について合成酵

素活性を測定した結果, コリンアセチラーゼ, チロジン水酸化酵素は外側に, ドーパミン水酸化酵素とドーパ脱炭酸酵素は内側に高く, 一方グルタミン酸脱炭酸酵素は内外で差がみとめられなかった. この典型的な酵素分布からPOにおいては, ノルアドレナリン作動性支配は内側に, コリン作動性支配は外側に強く, GABA作動性支配はほぼ一様である事が考えられる. また外側のチロジン水酸化酵素はMFBの外側を走る中脳-辺縁系ドーパミン線維に主として由来するものと思われる.

### 35. 外側膝状体のコリン作動性機序に関する研究. 畑田耕司, 岩田宜芳\*, E. ドミノ(ラフィエットクリニック, ミシガン大, 薬理・現所属: 三共, 中央研\*)

ネコ外側膝状体(LGN)におけるcholinergic innervationの機能的意義を探る目的で, クロロローズ麻酔ネコを用いて実験した. 高頻度刺激, double shock等により, 視索(OX)刺激によって生ずるLGNのfield potentialは2種の視神経, relay neuron, interneuronのactivityとともにdi-synaptic IPSPから構成される. Relay neuronと思われるunitについてその不应期は0.6ミリ秒以内と極めて短く, またOXの刺激強度をかえると弱刺激ではspike数が1であるのに, 少し強度を上げると4発になり, さらにつよくすると再び1発になる. 強刺激で抑制されるunitの潜時は約2~6ミリ秒であった. Field potentialのうちrelay neuronのactivityを示すpure synaptic componentの回復時間は約2ミリ秒で, 刺激間隔が1.0ミリ秒の時わずかなdeflectionがみられたのでstrychnineを静注するとそのdeflectionはなくなり, 回復時間は1.5ミリ秒に短縮された. 大きいnegativityのpeak timeは約1.0ミリ秒であるので, OX刺激後約2ミリ秒から抑制が存在することが示唆され, この潜時は強刺激により抑制されたunitの潜時によく一致する. Physostigmineはrelay neuronのactivityを増強させる他, それにつづくpositivityを増大させた. これらの効果はatropineで完全に阻止された. Physostigmineで増強されたpositivityはIPSPと考えられ, その一部はstrychnineで, また残りはpicrotoxinおよびbicucullineでblockされた.

**36. カエル舌下神経の反射性放電.** 中原 敏, 香西博之, 本田栄子, 中村修一 (九州歯大, 生理)

カエルの舌粘膜や舌咽神経の刺激によって, 舌下神経の三つの分枝 (内舌筋枝, 頤舌筋枝, 舌骨舌筋枝) に発生する反射性放電を記録し, 次のような結果をえた。

1) 末梢端を切断した舌下神経には自発性放電が認められた。この自発性放電の頻度は内舌筋枝がもっとも多く, 頤舌筋枝では少なかった。また, 舌骨舌筋枝ではほとんど認められなかった。

2) 舌を馬尾毛で軽く刺激するとき, 内舌筋枝に反射性放電が発生した。しかし, 頤舌筋枝, 舌骨舌筋枝では認められなかった。綿球を舌粘膜に触れるときには三つの分枝すべてに反射性放電が発生した。この場合にも, 内舌筋枝の放電がもっとも著明であった。3) 舌粘膜の化学的刺激によって, 舌下神経の三つの分枝に反射性放電が発生した。内舌筋枝の反射性放電は他の2分枝より低濃度の食塩水刺激で発生した。水および0.3 M以下の食塩水の刺激は無効であった。4) 舌粘膜の触および化学的刺激によって発生する内舌筋枝の反射性放電は, 頻度が大きく放電発生時間も長かった。これに対し, 舌骨舌筋枝では頻度は小さく, 放電発生時間は短かった。頤舌筋枝は両者の中間に相当した。5) 舌の伸張によっても, 反射性放電が発生した。この場合, 舌骨舌筋枝の放電がもっとも著明であった。6) 舌咽神経の電気刺激で発生する反射性放電には, 三つの分枝で放電頻度, 放電発生時間に特徴が認められた。

**37. 歯牙圧迫に対する中脳応答.** 天野仁一朗, 船越正也 (岐阜歯大, 口腔生理)

さきに演者らは, ラットの歯根膜-咬筋反射の求心路に三叉神経中脳路核を経由するものがあることを明らかにした。今回は, ラット歯根膜の機械的受容ニューロンの中脳投射とその応答様式を検討した。ニューロン活動の記録には2 M NaCl封入ガラス管微細電極を使用した。

上顎切歯歯根膜の機械的刺激, または下顎下制刺激に反応した中脳ニューロン74コのうち, 16コは歯牙の持続的圧迫により放電頻度が増加した。このうち10コは下顎下制によっても反応が促進され, 4コは抑制され, 2コは変化がなかった。別の7ニューロンは歯牙の持続的圧迫により放電頻

度が減少した。そのうち6コは下顎下制により放電が増加し, 1コは減少した。74コのうち残り51コは, いずれも歯牙の持続的圧迫には応じなかったが, 下顎下制により30コは促進, 6コは抑制反応を示した。残り15コは下顎下制にも, 歯牙の持続的圧迫にも応じなかったが, 歯牙の tapping 刺激により促進反応を示した。脳の組織学的検索の結果, tapping に対する応答は三叉神経中脳路核より記録されたものであり, 他の刺激に対する応答は三叉神経中脳路核周辺の中脳網様体より記録されたものであった。これら中脳網様体ニューロンが下顎の咀嚼運動制御に果たす役割について考察した。

**38. ラット歯髓刺激に反応する視床ニューロンの特性.** 重永凱男, 俣野彰三, 岡田和彦, 堺 章 (阪大, 歯, 第二解剖)

The large number of afferent nerve fibers supplying tooth pulp consist of Aδ fibers, and it has been suggested that these may be involved solely in mediating pain sensation. Effects of tooth pulp stimulation were observed by microelectrode recording in the thalamus of rats. The evoked discharges to stimulation of tooth pulp were obtained in two regions: ventrobasal complex (VB) and posterior nuclear group (PO). In VB, 94 neurons responding to only contralateral tooth pulp stimulation were isolated in the ventral restricted regions of VB. The latency of the first spike was distributed from 3 msec to 18 msec, with a mean value of 8.8 msec. In PO, 110 neurons activated by the contralateral tooth pulp stimulation, and of these neurons also responded to ipsilateral tooth pulp. Many of PO neurons in contrast to VB neurons had no specificity to sensory modality, their receptive fields were extensive and the somatotopic arrangement was obscure. Differences of functional properties between the VB and PO cells activated by the Aδ fibers of tooth pulp were presented and discussed.

**39. ニワトリ終脳および視床下部の神経活動における閃光刺激の影響.** 矢野二郎 (名大, 農, 生

理)

ガラミン非動化ニワトリの視床下部, *N. rotundus* (Rot) および終脳 *archistriatum* (Arch) において, 種々の頻度の閃光刺激に対する細胞外ユニット活動の時間軸に沿った密度分布 (PST ヒストグラム) を観察し, 同一部位から同じ電極で記録した加算誘発反応と比較した。

Rot において, 刺激後一定の潜時で高いパルス密度を示し, 加算誘発反応のパターンとも一致する。刺激頻度が 9 Hz に至ってもこの反応は持続する。ニワトリにおいても, すでに報告されているハトと同様, Rot が視蓋に続く視覚中継核と考

えられる。

終脳において最も大きな視覚誘発反応がえられる Arch の PST ヒストグラムでは, 光刺激に誘起される変化は認められず, 加算誘発反応に見られた変化が容量伝導性の電位変化による可能性を強めた。

視床下部で観察された30ユニット中3例に, 光刺激に対し一定の潜時で高いパルス密度を示すヒストグラムがえられた。ニワトリでは, 光信号がかなり直接視床下部へ伝えられていることが示唆される。この部位でみられる脳波駆動が, これらのニューロンの活動を反映していると思われる。

#### 4. 行動・表現 (40—52)

40. 感覚刺激の声門閉鎖反射に対する影響. 鈴木理文, 田村憲正\*, 小野塚 実\*, 菅谷英一\*(横浜市市民病院, 耳鼻・神奈川歯大, 生理\*)

声門閉鎖反射は, 実験的には上喉頭神経内枝を刺激することにより反回神経から反射電位として記録されるいわゆる喉頭反射として知られている。日常発声を始めとする喉頭の機能が, 種々な刺激により何らかの影響を受けることはしばしば経験されることであり, 当然この間の反射弓の存在が示唆される。

今回はネコを用いて, 種々な部位の刺激を行ない上記反回神経にみられる反射電位を記録して, その影響を観察した。刺激としては, 音刺激を除いて全て電気刺激を使用した。体性感覚刺激として三叉神経, 橈骨神経, 肋間神経, 坐骨神経を, 内臓感覚刺激として胸部迷走神経, 大内臓神経を, 特殊感覚刺激として音, さらに視神経, 鼓索神経等を用いた。そしてそれぞれの閾値, 潜時等を上喉頭神経内枝刺激により生ずる反射電位と比較した。

すべての刺激により反回神経から一定の潜時をもつ反射電位がえられ, 感覚刺激が喉頭の機能に対して影響力の強いことが確認された。特に気道と密接な関係にある三叉神経, 迷走神経刺激では, 上喉頭神経刺激とほとんど同程度の閾値をもつ反射電位が認められた。

41. 文脈効果と誘発電位. 下河内 稔, 桑野園子\* (阪大, 人間科学・阪大, 医療短大\*)

We examined a comparable context effect on the amplitude of the acoustic vertex potentials with that on loudness of subjective judgement. Three series of stimuli are used, ( $L: 60, 70, 80, 90, 100$  dB SPL;  $S_{90}: 80, 85, 90, 95, 100$  dB SPL;  $S_{70}: 60, 65, 70, 75, 80$  dB SPL), in each of which 50 msec, 100 Hz pure tones with five different intensities are presented every two seconds at random order through earphone. Twentytwo adults are subjected and they are instructed to judge the loudness of each tone using 7 categories. Fifty vertex potentials to each tone are averaged by computer and  $N_1$  (mean peak latency 99 msec)  $P_2$ ' (197 msec) amplitude is measured.

1) As the increase of stimulus intensity,  $N_1P_2$  amplitude as well as estimated loudness are increased and  $N_2$  component (276 msec) is prominently augmented. 2) Although three tones are at equal intensity, 80 dB tone of  $S_{70}$  (the highest level in  $S_{70}$ ) is judged much louder than that of  $S_{90}$  (the lowest level in  $S_{90}$ ) and the corresponding difference can also be observed in  $N_1P_2$  amplitude ( $p < 0.05$ ). On the other hand, the loudness and amplitude to the 80 dB tone of  $L$  (middle level in  $L$ ) fall in intermediate value. 3) From these results the amplitude of the vertex potentials might be regarded to reflect the neural process

of judgement.

**42. Motor dominant focus** を形成したウサギにおける運動反応の出現と覚醒水準との関係。

堀 泰雄, 山口勝機\*(阪大, 医, 第二生理・阪大, 人間科学, 比較行動\*)

皮質前運動野に dominant focus (D.F.) を形成しウサギの運動反応の出現は D.F. 確立後も日差が大きい。不関刺激の反応誘発率と extra stimulus のそれを D.F. 形成前後で比較すると、いづれも D.F. 形成後大であるが後者においてより差が大きく、D.F. 形成後数十倍になった例もあった。D.F. 確立後の運動反応は例外なく、皮質脳波が脱同期した時にあらわれた。実験時間を一定期間に区切り、その間の徐波の総持続時間と出現する運動反応数との関係を求めると、徐波の少ない時に反応の出現する率が高かった。それゆえに、D.F. 形成後に出現する運動反応は脳覚醒水準の高い時によく出現することがわかる。

**43. 前頭シータ突発波出現時の身体的諸機能の変化。** 丹羽健市, 山口雄三\*(大阪教育大, 体育・阪大, 医, 第二生理\*)

単純な精神作業を持続的に行なうと、被験者の約半数の前頭正中線部脳波に、6~7 Hz のシータ突発波 (以下 Fm $\theta$  という) が出現する。この Fm $\theta$  の出現は、一定の注意集中過程と関係がある。本報告では、Fm $\theta$  出現時の身体的諸機能の変化を明らかにするため、主として大脳の機能的な状態を反映するものとして外刺激に対する反応時間および体知覚性誘発電位、脊髄活動を反映するものとして H 波、自律系に関するものとして呼吸および心拍について検討した。被験者はすべて健康な大学生で、作業としては内田クレペリン検査用紙による連続加算を用いた。

1. 外刺激に対する利き脚の反応時間は、Fm $\theta$  出現時に比して 6~22% 延長した。

2. 正中神経を経皮的に電気刺激し、対応する体知覚領から記録した誘発電位では、頂点潜時約 130 msec 以下の成分の振幅が、Fm $\theta$  出現時に減少する傾向があった。

3. 脛骨神経を経皮的に電気刺激し、ヒラメ筋から記録した H 波の振幅は、Fm $\theta$  出現時に 3~22% 減少した。

4. 呼吸については、Fm $\theta$  出現時に一定の変化はみとめられなかった。

5. 心臓周期は、Fm $\theta$  出現時に 1~8% 延長した。

**44. ヒトにおける REM 睡眠時の眼球運動について。** 森田雄介 (徳島大, 医, 第二生理)

REM 睡眠時の急速眼球運動 (REM) の分布特性を定量的に検べるため、Verchère et al. (1972) の眼球運動分析装置を用いて、REM の波形を検出・変換したものを、コンピュータにより処理した。被験者には健康青年男女 6 人を使用し、以下のとおり REM についての若干の定量的情報をえた。1) REM sleep time, REM 数, REM/min 等のパラメータは、個人差があり、大きく変動した。各パラメータの平均値は、REM 睡眠の発現の順次にしたがって、増加の傾向を認めた。2) REM の平均インターバルヒストグラムは、比較的短い時間間隔 (0.64 秒) にピークを持つ 1 峯性の分布型を示した。3) REM sleep time と REM 数の相関は、直線的関係を示したが、実験室環境との親和度においてみると、新奇群と習熟群との間に差があり、前者では、REM の出現が抑えられる傾向が認められた。4) 3 夜連続記録の 4 例について、平均の REM/min は、第 1 夜から第 3 夜に移行するにしたがって、増加傾向を示した。5) 1 夜の REM 睡眠頻度 3~6 回のうち、最多回数例は、4 回であり、その群について累積 REM sleep time と累積 REM 数は、REM 睡眠の発現の順次にしたがって、増加の傾向を示した。

**45. 睡眠時の植物機能変化よりみた脳の発達について。** 松本淳治, 木内妙子, 森田雄介 (徳島大, 医, 第二生理)

男女乳児 (生後 3~12 月) 各 9 名について、肉眼的観察によって入眠時に手掌、手背部の皮膚温の上昇することを認めた。このことはポリグラフィー法によって乳児 7 名について確認されたが、さらに成人 3 名について観察したところ、手背部の皮膚温は入眠時には同様に上昇するが、REM 睡眠時には生後 3 月の乳児では上昇するのに反して下降することを認めた。また成人の前頭部皮膚温は REM 睡眠時には上昇した。

乳児と成人において異なる REM 睡眠時の手背部皮膚温変化の転換期について追求したところ、生後6月であることを明らかにした。また3名の成人昏睡患者の REM 睡眠時における皮膚温の変化は6月以前の乳児と同じであることを知り、REM 睡眠時の植物機能変化には大脳皮質の発達度が反映するものと考えている。すなわち皮膚温の変化は生後6月に、脈搏は2~3月に、呼吸はより早期に成人パターンになる。なお、陰茎勃起は3月乳児の REM 睡眠時に認められたが、成人に比較して不安定であった。

#### 46. 脳発達におよぼすホルモンの効果. 塚田裕三, 野村正彦 (慶大, 医, 生理)

実験的甲状腺機能低下症ラットでは大脳の髓鞘形成不全や遊離アミノ酸含量の異常が認められると共に、弁別学習能力が極度に低下していることを昨年の本学会で報告した。

本報では生下時に  $I^{131}$  を注射したラットに生後2日~3日目からチロキシシン ( $T_4$ )  $1 \mu\text{g/g}$  B. W/day を1カ月間連続注射し、甲状腺機能低下症の回復をはかったところ、脳内アミノ酸含量やCNP活性、それに体重増加にはかなりの回復が認められた。このラットにつき生後4カ月から再度弁別学習を前報にしたがい行なったところ、学習能力の上では顕著な回復を認めることができなかった。

次に再度弁別学習で85%以上の正反応率を獲得した雄ラットを用い、これにアミン前駆体である L-5HTP (25 mg~100 mg/kg) や L-DOPA (160 mg/kg) を投与して、2時間後に学習能力を検討したところ、L-5HTP の投与により、行動活性が大きく低下するとともに正反応数の低下と誤反応数の上昇が認められた。この効果は24時間後には全く失われ正常に回復した。このことは L-5HTP 投与により脳内でセロトニン含量の増加に伴い行動変化が認められたことになり興味あることである。

一方 L-DOPA を投与しカテコールアミンの増量している状態では前記の行動には顕著な変化は認められなかった。

#### 47. 動物催眠や末梢刺激によって誘起される徐波に対する 5-hydroxy tryptophane の作用,

および徐波誘起の末梢刺激条件. 武重千冬, 羅昌平, 佐藤三千雄, 清水加代子 (昭和大, 医, 第一生理)

ウサギの軀幹の末梢部に低周波・適当強度の刺激を与えると脳波に徐波が誘起されるが、末梢の如何なる部分の刺激が徐波誘起に關与するかを検するためいわゆるハリ麻酔器から発生する刺激電流を双極のハリ電極を介してウサギおよびネコの、1) 皮膚のみ、2) 皮膚と筋、3) 皮膚を剥離して露出させた筋の3者を刺激し乍ら脳波の変化を検すると、刺激がある一定強度に達すると、2) と 3) の刺激の時のみ徐波が誘起される。さらに刺激を強めると 3) のときは依然徐波が誘起されるが 2) では徐波誘起が抑制される傾向がみられる。1) でも徐波が僅かに出現することがあるがこの時には筋刺激がみられる。さらに強い刺激では3者とも徐波は出現しない。以上より徐波誘起には筋収縮を起す程度の強さの筋刺激がその要因と考えられる。次にウサギの動物催眠や末梢刺激による徐波誘起に關与する液性の要因に 5-hydroxytryptamine (5HT) が關与するか否かを検するため parachlorophenylalanine (PCPA) 100 mg/kg を連続3日投与するとその後動物催眠に陥り難くなり且つ末梢刺激によっても徐波が出現し難くなる。5-hydroxytryptophane (5HTP) 40 mg/kg の単独投与により徐波が出現し易くなり、末梢刺激でも刺激終了後の徐波出現が増大するが、催眠状態時間は減少する。これに反し PCPA 投与後は 5HTP により動物催眠の時間は可成り延長する。Reserpine 0.5 mg/kg 投与後も同様の変化がみられた。以上より 5HTP は動物催眠や末梢刺激による徐波誘起に影響する物質といえる。

#### 48. 1回強化による受動的回避行動における記憶再生の神経メカニズムについて. 新井節男, 北村俊雄\*, 吉井直三郎\*\* (関西学院大, 保健体育・阪大, 医, 第二生理\*・兵庫医大, 第二生理\*\*)

明室・暗室およびその間の通路 (グリッド床) よりなる実験箱において、明室にネズミを入れ1分間放置 (Waiting state: W) した後、通路の扉を開き (Ready state: Rd) 動物が暗室に入ることを1回の試行とし、この間の脳波および心拍数を記録した。脳波についてはネズミの海馬同期波

に相当する 5.5~10.5 c/s 成分の 1 c/s 毎の単位時間当り周波数積分値を求めた。通路の扉を開けた後、ネズミが速かに暗室に入る事を確認した後、グリット電撃を与えて 1 回強化による受動的回避行動を学習させ、引続き同じ試行間隔で消去を行なった。記憶期（開扉後の明室への行動潜時延長期）には W での脳波の 7.5 c/s 成分が減少した。その部位は海馬・扁桃核・中脳網様体であった。暗室に入った直後より 10 秒間 (Relief state : RI) では 7.5 c/s・8.5 c/s 成分が上記の 3 部位に共通して増大し、心拍も著しく増加した。次に記憶期における Rd での行動を積極的探索行動状態と行動抑制状態にわけ、それぞれの状態の脳波を比較すると、W での出現量に比し、前者では 8.5 c/s 成分の著明な増加、後者では減少を認めた。(結論) 受動的回避学習の記憶期においては、明室での待機状態でも、通路が開かれた後でも行動抑制が現われる時には海馬・扁桃核・網様体において 7.5 c/s・8.5 c/s 成分が減少となって現われ、代償行動時には 8.5 c/s 成分の増加となって現われる。他方暗室に入った直後の成績は動物が記憶にもとづく恐怖に動機づけられた通路を通過した後の情緒興奮を示すものと考えられる。

**49. Conditioning および pseudoconditioning 時におけるウサギ運動皮質ニューロン活動の分析.** 秦 順一, 吉井直三郎, 堀 泰雄\* (兵庫医大, 第二生理・阪大, 医, 第二生理\*)

Naive なウサギ (I 群), 音 (CS) と眼球への air-puff (US) を時間的に無関係に与えたウサギ (II 群) および CS と US を組合せて与えたウサギ (III 群) の運動皮質から単位ニューロン活動を導出し, CS と US に対する放電態度の変化をみると共に, 皮質下 (VPM, MGB, RF) 刺激に対する影響を 3 群の間で比較検討した。1) CS に対し放電増加を示すニューロン群 (increase type) では, CS 提示中および提示後の平均放電増加率は I 群 < II 群 < III 群の順であった。CS に対し放電減少を示すニューロン群 (decrease type) では, これら 3 群の間に有意差がみられなかった。2) CS に対して自発放電頻度の 1.5 倍以上に増加を示すニューロン数と 1.5 倍以下に増加したニューロン数との比率も I 群 < II 群 < III 群の順であった。

3) Increase type のニューロン群で, CS 提示よ

り放電が生じるまでの平均潜時は III 群で最も短く, 約 100 msec であった。4) Increase type のニューロンのうち III 群のニューロンは MGB や RF 刺激に対して放電頻度の増大を示した。Decrease type のニューロンでは 3 群間に差異がなかった。以上の成績から瞬目条件反射が確立したウサギでは運動皮質ニューロンは CS および MGB や RF 刺激に対して放電増加しやすいことが示唆される。

**50. 条件づけの様式と脳誘発電位との関連.** 杉本助男, 木田光郎 (名大, 環境医研, 第六部門)

ラットを用い, 分化条件づけを行ない, 従来観測してきた他の条件づけとの比較を脳誘発電位からみた。CS+, CS- にはそれぞれ単一強閃光と単一弱閃光を用い, CS+ に対する UCS は尾通電とした。ラットをハンモック式抱束し, 古典的条件づけ手続きにより行なった, CS, UCS 間隔は従来どおり 1.5 秒とした。CR の示標としては呼吸の変化を観測した。

その結果, CS+ と CS- に対する条件反応の差が明瞭に示されるまでには平均 200 試行を要した。これはいわゆる古典的条件づけによる条件反応の形成に比較すると約 2 倍であった。誘発電位の変化としては基本的には古典的条件づけの場合と類似したものであり, 皮質下部における変化が顕著であって, 海馬や視床下部等に汎性的にみられる N<sub>2</sub> 成分の振幅増大が条件反応の生起と密接に関連した。また, 強閃光を S+ とした場合には, 従来皮質視覚領においてのみ観察された P<sub>1</sub> 成分と全く潜時が同一の逆位相のスパイク波が, 皮質および皮質下全域に汎性的に観察され, 条件づけの進行とともにその振幅を増大し, 消去期には早期に消失した。しかしこの棘波の出現と条件反応である呼吸の変化とは直接の関連はなく, またこの棘波の出現時には視覚野の P<sub>1</sub> 成分が消失すること等から, また P<sub>2</sub> 成分の変化もみられないことから, この種の条件づけには皮質はほとんど関与していないことが知られた。

**51. サル注視行動時における前頭前野ニューロンの活動.** 鈴木寿夫, 東 正夫 (弘前大, 医, 第二生理)

Four monkeys were trained to gaze at a

small light spot appearing on a screen. With well-trained animals, we recorded unit activity from the prefrontal cortex. Most of unit activities obtained and a relation to some aspect of the gazing task showed the following neuronal behavior :

1. They showed a sparse spontaneous activity at the intertrial interval period. With light spot presentation on the screen and the following gazing behavior, their discharge rate was more or less increased.

2. The neurons were divided into three types according to the firing pattern at the light spot appearance : a) units that began to fire abruptly and with a relatively constant latency at the light spot presentation. b) units that showed a gradual increase in firing. c) units in which the firing was initiated corresponding in time to eye movement to the light target.

3. Of all types of the neurons, an increase in discharge rate was ensued when the animal gazed at the light target on any direction.

4. The activation during gaze behavior was temporarily enhanced in many experimental situations in which the light target had some kind of novelty.

## 5. 終

**53. 頭頂連合野のニューロン活動と視覚的方向知覚.** 酒田英夫, V. B. Mountcastle\*, J. H. Lynch\* and A. P. Georgopoulos\* (東京都, 神経研, 病態神経生理・ジョンズ, ホプキンス大, 生理\*)

Single unit activities were studied in the posterior parietal association areas of behaving stump-tailed monkeys (*macaca speciosa*). Micro-electrode penetrations were made both in area 5 and 7. In area 5, majority of neurons were activated by several types of somesthetic stimulations as reported previously in paralyzed monkeys. Besides these, we found many neu-

**52. 遅延反応の未完全学習時における前頭前野ニューロン活動について.** 久保田 競, 小嶋祥三\* (京大, 霊長類研, 生理・京大, 霊長類研, 心理\*)

It was attempted to find out the prefrontal unit activity correlated to the erroneous performance in the 2 choice visual delayed response task. In order to have more error responses, immaturely trained monkeys were used. They performed the task with 0.2 sec delay time at 100% correct performance but with 3 sec delay task performance level fell to 50%.

In 4 rhesus monkeys 130 units were recorded from the periprincipalis area (mostly caudal half of the lateral bank). Compared to control intertrial interval times, these units were influenced either facilitatory or inhibitory during cue, (lamp spot) delay, and response phases. With decrease of the success rate, increase of the discharge rate during cue and response phases of the correct performance decreased. Between correct and incorrect responses differences of the discharge rate were found during control, cue, and response phases. In most units the discharge rate decreased. From these it is expected that with an improvement of the task performance higher spike activity would appear during cue, delay and response phases.

## 脳 (53—62)

rons (122 out of 891) which were activated during the active movements of the animals, such as projection of arm and manipulation of hand. The same type of neurons were also recorded in area 7 (66/292). In contrast to area 5, very few neurons of area 7 responded to somesthetic stimulations, but most of them were related to vision. About a quarter (76/292) of area 7 neurons were activated when the animals tracked moving objects with their eyes. Some of these had directional selectivity. Another quarter (76/292) were activated when the monkeys fixated the gaze on stationary objects,

apparently with interest. The last quarter (63/392) were activated from large contralateral visual receptive fields. Some of these were specifically sensitive to the movements in the dimension of depth. In order to study those neurons quantitatively, monkeys were trained for the task of tracking and reaching a target light moved on a circle around the animals. PST histograms of some parietal neurons recorded during such task demonstrated clear cut relations to reaching or visual tracking. These results may give some clue to the neuronal mechanism of visual orientation and spacial control of movements.

**54. 大脳皮質錐体路細胞における漸増反応および増強反応の解析.** 荒木辰之助, 遠藤克昭 (京大, 医, 第一生理)

Low frequency stimulation of thalamic non-specific (CM) and specific (VL) nuclei produced incrementing (recruiting and augmenting) EPSPs of early and late components in addition to monosynaptic EPSPs in PT cells. Fluctuation of amplitude and latency was characteristic in CM-evoked monosynaptic EPSPs. The threshold of the early component of VL-evoked EPSPs was lower than that of the late component, while the reverse relationship was often found in CM-evoked EPSPs. The extracellular potential associated with CM-evoked early component was either negative or positive, while that corresponding to CM- or VL-evoked late component was usually positive. The late component was often found to consist of two parts ( $L_1$  and  $L_2$ ). The threshold of  $L_1$  was lower than that of  $L_2$ . The minimum frequency of stimulation producing  $L_2$  was lower than  $L_1$ . CM-evoked  $L_2$  was not always preceded by  $L_1$ . During injection of hyperpolarizing current into PT cells,  $L_1$  and  $L_2$  were found to be greatly reduced in amplitude suggesting that the late component was produced, at least in some part, by disinhibitory mechanism. In fast PT cells,  $L_2$  was more frequently encountered

following stimulation of VL than that of CM, while the reverse relationship was seen in slow PT cells.

**55. 大脳運動電位における半球優位性.** 及川俊彦, 藤谷嘉子, 久田研二 (鳥取大, 医, 第二生理)

Pre-motion positivity (PMP) preceding a voluntary finger movement is recorded from the scalp of human subjects. A motion locked trigger pulse for averaging was found to be more effective in detecting the PMP than a pulse made from each EMG burst onset. The PMP was subject specific and was successfully recorded in 4 of 8 right-handed subjects examined. This potential starts 50 to 100 msec. before movement and its amplitude was less than  $15 \mu V$ . The topographical pattern of the PMP and of the difference from that recorded at the vertex showed larger PMPs in the left motor area than in the right one by palmar flexion of either right or left index finger. The subtraction procedures between the PMP amplitudes in bilateral precentral hand areas provided also the same conclusion. Although the amount of this difference was dependent on strength of the contraction, its polarity was always of bigger positivity in the left motor area.

These results suggest that the left hemisphere is superior to the right one in producing movements.

**56. 皮質運動領への視覚入力.** 小川哲朗, 加藤宏司, 滝森 徹 (秋田大, 医, 第一生理)

The present report is concerned with a visual input to the pericruciate cortex with special reference to the main pathway from the optic disc (OD) to this area in cats anesthetized with  $\alpha$ -chloralose (50~60 mg/kg).

Surface potential changes evoked by OD stimulation consisted of an initial positive wave with one or two peaks followed by a negative slow wave. Administration of  $\alpha$ -chloralose enhanced the evoked potentials but ether and nembutal suppressed them completely. Mapping

of the evoked potentials showed that they were maximal in amplitude in the medial region of the pericruciate cortex. When an electrode was advanced into the cortex, the surface positive potential changed into the negative at a depth of the upper part of layer III.

The latency of EPSP recorded from impaled cells in response to OD stimulation and their depth indicated that non-PT neurons responded earlier than PT neurons which were recorded at a deeper layer in the cortex.

Bilateral destruction of the LGN, superior colliculus and cerebellum had no significant effects on the evoked potentials of the pericruciate cortex. From these results, we consider at present that the accessory optic tract (or retinohypothalamic tract) may play a significant role for transmission of visual inputs to the pericruciate cortex.

**57. 錐体路細胞の応答様式とバルビタール麻酔.** 亀田和夫, 北田泰之, 島田久八郎, 真具富夫\* (新潟大, 歯, 生理・秋田大, 医, 第二生理\*)

Responses of cat's pyramidal tract (PT) neurons to cutaneous stimulation were studied in terms of receptive field, firing pattern, and their barbiturate sensitivity.

Unitary discharges of motor cortical neurons from unanesthetized, gallamine immobilized cat were recorded, PT neurons were identified with antidromic stimulation, and receptive field to natural stimulation was examined. Stimulating electrodes were inserted to the focus of receptive field and also to the periphery of receptive field. Firing characteristics to the electrical stimulation were examined.

A barbiturate derivative with actions of very short duration, thiopental sodium, was injected intravenously (3~5 mg/kg).

Receptive field had diminished its size rapidly and markedly, and recovered less rapidly. Firing had decreased in number, but was never silenced. Recovery in firing frequency took more time than the receptive field change, and wax-

ing and waning was prominent in recovering process. Complete recovery took more than 20 min.

Responses to focal stimulation were more resistant to anesthesia than peripheral stimulation. This was more prominent among slow PT cells.

Late discharges were more susceptible to anesthesia than early discharges (responses occurring in 10~50 ms after stimulus) among slow PT cells. This tendency was quite opposite among slow PT cells, so that fast PT cells became more tonic after anesthesia, but slow PTs became more phasic.

**58. 網膜の電気および光刺激による大脳皮質視覚領18野, 19野の神経回路の解析.** 外山敬介, 竹田俊明\* (NHK基礎研・東大, 医, 第一生理\*)

Twelve adult cats were used under anesthesia with a 3:1 mixture of nitrous oxide and oxygen. Thirteen visual cortical cells receiving disynaptic excitation from the lateral geniculate body (LGB) were indentified by their activation with latencies of 2.5~3 msec after stimulation of the optic radiation near LGB. These cells were concentrated at the depths of 0.2~0.6mm from the cortical surface corresponding with layer II. The receptive field of the layer II cells consisted of ON and OFF areas for excitation superposed one on another. The excitatory areas were ended with inhibitory areas at one or both sides of the excitatory areas. Therefore these neurones are hyper complex cells of Hubel & Wiesel. Electrical stimulation of the retina at ON or OFF area for excitation produced excitation in the layer II cell with a latency of 5 msec and that at the inhibitory area evoked inhibition with a latency of 6 msec. Comparison of the above latencies with that (4 msec) of excitation for the cells in layers III~V receiving monosynaptic excitation from LGB indicated that the excitatory effect is transmitted from the retina to the layer II cell through a disynaptic neuronal chain pro-

jected from LGB, and the inhibitory effect through a trisynaptic chain.

**59. 大脳皮質における細胞外イオン濃度とグリア細胞.** 野田行文, 高頭迪明, 塩屋明利, 菅谷英一\* (中外製薬総合研, 薬理・神奈川歯大, 第一生理\*)

ネコの大脳皮質における spreading depression (SD) 時の細胞外イオン濃度とグリア細胞との関係について検討した。

$[K^+]_o$  の測定にはイオン交換液を先端に充填した微小電極を,  $[Na^+]_o$  は NAS 11~18 ガラスを用いた。

グリア細胞および神経細胞の膜電位と細胞外イオン濃度の同時記録を行ない次の結果をえた。

1. SD 時のグリア細胞膜電位と  $[K^+]_o$  は一致した経過をとり, 脱分極の頂点では  $[K^+]_o$  は 60 mM に達する。実測値から Nernst の式にしたがって算出した  $[K^+]_i$  は静止時のそれよりはるかに増加している。

2. SD の末期にはグリア細胞は過分極し, この時  $[K^+]_o$  は SD 前よりも低くなる。

3. SD 時の  $[Na^+]_o$  はグリア細胞および神経細胞の膜電位の経過と一致しない。

4. 皮質表面を高  $K^+$  Ringer で灌流すると SD は頻発する。この時も SD と  $[K^+]_o$  とは平行関係があるが  $[Na^+]_o$  とは一定の関係がない。

5. 皮質に代謝阻害剤を作用させると SD が頻発するが, この時特異的に回復期に対する抑制が認められる。

以上の実験事実より SD 時にはグリア細胞により積極的に  $K^+$  がとり込まれていることが考えられる。この作用は高  $K^+$  の環境では活発になり, カリウム効果と同様な現象が SD 時のグリア細胞にひきおこされていることを示唆する。

**60. ネコの前庭神経核刺激によるシルビウス上溝前部周辺野について.** 三宅彰英, 時々輪浩穂, 渡辺 悟 (岐阜大, 医, 反射研生理)

The cortical projection of the vestibular nuclei (LVN, MVN and IVN) was investigated by the evoked potential and unit discharge analyses in the cat anesthetized with alpha-chloralose and/or immobilised with gallamine

triethiodide. The projection field was almost consistent with that obtained from the vestibular nerve stimulation, although vestibular nuclei received afferent informations not only from the vestibular apparatuses but also from the proprioceptors, and was principally contralateral for LVN, whereas rather symmetrical for MVN and IVN. Of 11 units responsive to vestibular nuclei stimulation, 6 responded also to the visul association cortex stimulation (anterior part of the Clare-Bishop area) with the response pattern of a sequence of excitation, inhibition and rebound. The response to contralateral LVN stimulation was altered by preceding C-B stimulation; initial facilitation period lasted for about 20~25 msec, subsequently followed by inhibition for about 120 msec. This may indicate one of the mechanisms by which visual informations control the vestibular system.

**61. 誘発電位の皮質内分布.** 渡辺 悟, 時々輪浩穂, 鈴木宏哉\* (岐阜大, 医, 反射研生理・東京教育大, 教, 生理\*)

The "current-gradient analysis" was undertaken for the summed field potentials recorded from different depths of the border region between areas 17 and 18 of the cat visual cortex. Estimation of the current gradient in a vertical direction of cortex was practised under "ideal" conditions that an impedance change of the cortex is linearly related to the depth direction and all extracellular current flow is strictly normal to cortical surface. The linearity of impedance change was ascertained from the results of measurement by steady current application through the cortex.

Sinks in cortical layers were found specific to the stimulated origins (LGB as the specific afferents, Clare-Bishop area as the association afferents and contralateral cortex as the callosal afferents). Multiple sinks were generated simultaneously in several layers and shifted to other layers in a time progress. Excited layers thus determined were compared with the anatomical

connections of each projection system and a fairly well coincidence was found, especially in the early stages of the responses.

62. 光誘発2次反応の麻酔薬による解析. 内田孝, 藤井崇知, 岩瀬善彦 (京都府医大, 第二生理)

Photic stimulation evoked the secondary positive potential (SPP) besides the primary positive potential (PPP) on rabbit visual cortex under heavy dosage of pentobarbital. The latency of SPP was 200 msec or more at first, reduced gradually and fixed at about 90 msec at last. Electrical stimulation to the LGB evoked

PPP, but failed to induce sharp SPP. Double photic stimulation showed that with the interval more than 80 msec second flash evoked delayed PPP and normal SPP. These results suggest that SPP means excitations of the same cortical elements as in PPP. As barbiturate has been thought to depress EPSP selectively, strong hyperpolarization in these neurons due to recurrent IPSP may suppress the firing for about 90 msec, but the inputs other than LGB relay may fire these neurons, and gradual shortening of the hyperpolarization may make faster the firing in recovery course.

## 6. 自律神経 (63—75)

63. 筋運動と脳循環との関連性に関する電気生理学的研究. 安原基弘, 内藤博江, 内山正三 (関西医大, 第二生理)

筋運動の脳血流におよぼす影響を知るため, 無麻酔拘束ウサギの被験動脈における血流速度, 血流量を Doppler 超音波血流計, 電磁血流計により, 脳波・筋電図・血圧および心電図と同時に記録し, 実験を行なった。

これまでの実験成績から, 自発性の筋放電の発現に伴ない総頸動脈と椎骨動脈の血流速度および血流量に増加を認めること。また覚醒反応や漸増反応などの中枢電気現象と脳循環との関係についても筋放電が脳循環におよぼす影響の大きいことなどを明らかにしているが, 今回は, 筋放電の発現が脳循環におよぼす影響をさらに詳しく知るため, 電磁血流計を積分計に直結して, 誘発筋放電の瞬時血流量におよぼす影響を脳幹網様体の刺激後20秒間にわたって経時的に記録した。実験は総頸動脈, 椎骨動脈の他に, 総頸動脈より枝分れする外頸動脈, 内頸動脈を対象として行なったが, その結果, 筋放電発現による脳血流量の増加は外頸動脈で最も多く, 椎骨動脈がこれにつき, 内頸動脈において最も少なく認められることが明らかとなった。これら血流量の増加は心電図における R-R 間隔や血圧の変化と時間的な平行関係を示すところから, その増加には心臓における1回拍出量の増加の関与することが考えられる。以上の他, 自律神経遮断薬である phenoxybenzamine

と propranolol を使用した実験から, 筋放電の発現に伴う血流量の増加の機序には,  $\alpha$  receptor の関係することが明らかとなった。

64. イヌの膀胱運動のリズムをもった橋・中脳の単位放電. 岡田博匡, 山根正信 (川崎医大, 生理)

細胞外微小電極法によって, 無麻酔・除脳イヌの橋・中脳より骨盤神経膀胱枝の遠心性発射と同期する単位放電を研究した。その結果の概要はつぎのようである。

1. 橋・中脳には膀胱の自発性収縮および受動的伸展によって活動が増加される neuron と抑制される neuron とがあり, 両者は網様体の広範な部位にわたって混在した。大多数の neuron では放電が持続的であるが少数のものでは 2.5~3 Hz の群放電を示し, 類似のリズムをもった骨盤神経の群放電より 80~160 msec 先行した。両者の群放電は会陰部・尾部の圧迫刺激によって抑制された。

2. 上述の群放電を示す neuron は吻側部橋の三叉神経運動核の腹内側および直内側の外側網様体に存在した。この部位の電氣的刺激によって骨盤神経発射の増加および膀胱収縮が引き起こされた。

3. 上述の結果より, 排尿反射に関する重要な神経機構が吻側部橋の外側網様体に存在し, 骨盤神経遠心性発射のリズムは仙髄の膀胱中枢よりも

上位の橋網様体で膀胱よりの求心性衝撃によって形成されると結論される。

**65. 内臓-内臓神経胃運動抑制反射における胃運動中枢の電気的活動.** 藤井一元, 溝西 伍 (広島大, 医, 第二生理)

胸髄における胃運動の反射的調節機構およびこれと延髄胃運動中枢との機能的関連を電気生理学的に追及した。実験には, 上丘・下丘間, 胸・腰髄間を切断し, さらに, 頸部迷走交感神経幹あるいは幽門前庭枝を切断し, 胸髄から胃前庭部への遠心路を内臓神経のみにしたイヌを用い, これをガラミンで無動化して実験した。1) 胸髄の胃運動抑制点の放電は, 延髄の胃運動抑制点の興奮時あるいは内臓-内臓神経胃運動抑制反射の際には増加し, 延髄の胃運動促進点の興奮により減少した。2) 内臓-内臓神経胃運動抑制反射における胃運動抑制反応の持続時間は, C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> 間切断後の反射では著しく短縮された。またこの際の胸髄胃運動抑制点の放電増加反応の持続時間も C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> 間切断後の反射では短縮された。3) 内臓-内臓神経胃運動抑制反射では, 胸髄における胃運動抑制点の放電を増加させるのみならず, 延髄の抑制点の放電をも増加させた。4) 胸髄における胃運動促進点の放電は, 延髄の胃運動促進点の興奮で増加し, 延髄の胃運動抑制点の興奮で減少し, また内臓-内臓神経胃運動抑制反射の際にも減少した。

**66. 胃運動のアトロピン耐性促進について.** 銭場武彦, 藤井一元, 溝西 伍 (広島大, 医, 第二生理)

迷走神経刺激による胃運動促進反応にはコリン作動性のもと atropine 耐性のもとの2種類が存在することを報告した。今回, 内臓神経を経由する胃運動促進反応の中に, atropine 耐性の促進反応があることを確かめた。また, 迷走神経性および内臓神経性の atropine 耐性胃運動促進反応の duvadilan による影響を追及した。

Nembutal 麻酔下のイヌにおいて, 迷走, 大内臓神経, 脊髄後根および胸髄の刺激による胃運動の変化を strain gauge 法で描記した。また迷走神経をつけた胃縦走筋条片のについて実験を行った。

1) 内臓神経刺激による胃運動促進反応の中に atropine 耐性促進が認められ, 脊髄後根の刺激でも, これが認められた。脊髄の刺激では, atropine 耐性促進と atropine で消失する促進とがみられた。脊髄における atropine 耐性促進を生ずる部位は主に For. Ret. sp., Nucl. intermedio lat., に多く認められた。2) 迷走神経末梢端の刺激による胃運動促進は atropine 10<sup>-4</sup> 静注で潜時30秒の促進反応となった。これは eserine の静注により正常に近い促進に回復するが, duvadilan 10<sup>-2</sup> では胃運動促進は消失した。Duvadilan 投与後に eserine を与えると再び運動促進は回復した。3) 摘出標本での atropine 耐性収縮は TTX で消失した。

**67. 血圧受容器からの血糖調節反射.** 福田昭子, 新島 旭, 小島富美子 (新潟大, 医, 第一生理)

ネブタール麻酔下のウサギを使用し, 血圧受容器からの求心性衝撃による反射性の血糖調節作用についてしらべた。

正常ウサギの洞神経・減圧神経存在下 (N-intact) と洞神経・減圧神経切断下 (N-cut) の場合について bleeding (出血) による血圧と血糖値の経時変化を測定した。副腎結紮ウサギについても同様の実験を行った。正常ウサギの N-intact では 141±10 mg/dl の血糖値が bleeding 後10分で著明に上昇して peak を示し 175±17 mg/dl, 50分後に元の値に戻った。N-cut では bleeding 前 186±12 mg/dl, bleeding 後10分で 202±11 mg/dl とやや増加の傾向を示したが, N-intact の場合に比べて著明でなく, また peak も出現しなかった。副腎結紮ウサギの N-intact では 162±21 mg/dl が 174±22 mg/dl, N-cut で 199±46 mg/dl が 209±46 mg/dl になった。神経存在の場合は切断の場合より bleeding による血糖値の上昇は一般により著明である。又副腎からのアドレナリンの影響を除外した場合にも bleeding による血糖値が N-intact で多少なりとも上昇することから内臓神経肝臓枝などの関与が考えられる。

一方電気生理学的に血圧受容器からの入力経路をしらべた結果, 副腎神経と腎神経において,

1) アドレナリンなどによる血圧上昇は神経活動

を抑制する。2) 頸動脈を下方でクランプすると神経活動は促進する。3) 減圧神経の中樞端刺激で両神経とも抑制される。という結果から血圧受容器からの抑制性の入力があると思われる。又肝神経についても同様のことが云え、血圧上昇時に遠心性放電頻度は低下する。

#### 68. 自律神経伝達物質の開口分泌. 長沢純一郎, 鈴木恒彦, 鈴木泰三 (東北大, 医, 応用生理)

最近各種の分泌腺組織で、顆粒性細胞分泌物が、開口分泌 (exocytosis) という形式で分泌をおこなうことが電子顕微鏡によって確かめられている。運動神経、自律神経系の、神経終末部の伝達物質の放出も、この開口分泌という形式でおこる可能性が、miniature endplate potential の存在、灌流液の生化学的分析の結果などから推測されている。しかし運動神経末端など Ach を含む終末では、synaptic vesicle の内容が電顕的に染まらないので、vesicle 内容の細胞外への放出を直接に証明することは不可能である。

この点に関し演者らは、amine 系の伝達物質を含むいわゆる dense cored vesicle を有する自律神経系では、神経伝達物質の exocytosis を直接に証明できるのではないかと考え、各種組織を電顕によって検索してきた。

今回、イモリ (*Triturus pyrrhogaster*) の腸管終端部に多数の dense cored vesicle を含む神経終末が高密度に分布することを見出し、この組織を電気刺激あるいは高カリウム液で刺激することにより、5~10分の刺激後には神経終端部に多数の空胞が出現すること、副腎髄質や後葉の exocytosis にみられるのと同様の、coated vesicle や omega figure が出現することを見出した。又まれには直接に顆粒内容が外界に放出されている像もみられた。以上の結果からイモリ腸管の自律神経末端でも exocytosis がおこる可能性が強く考えられる。

#### 69. MV と自律神経機能-呼吸運動との関連性. 尾崎俊行, 五十嵐勝朗\* (弘前大, 医, 第一生理・弘前大, 医, 小児科\*)

In the present report was polygraphically studied a relationship between the microvibration (MV) of the body surface in man and the

autonomic nervous function, especially respiratory movement, which has been denied by Sugano and Inanaga. In addition to the MV led from the thenar, respiratory movement, ballistocardiogram, apexcardiogram and electroencephalogram were also simultaneously recorded under various physiologic conditions. In relaxed awake state of healthy adults with eye closed, the dominant components of the thenar MV were increased and decreased in amplitude, and shortened and prolonged in the interval between each dominant vibrations and the following ones in the inspiratory and expiratory phase of breathing respectively. These changes of the MV were strengthened by deepening breathing and disappeared by stopping breathing. In bradycardia and tachycardia, which are known to be determined by the increase and decrease of the vagal tone, there were observed markedly the respiratory fluctuations of the MV in the former, although not always recognized in the latter. Accordingly, it seems likely that the respiratory fluctuations of the thenar MV may be due to respiratory sinus arrhythmia, that is increase and increase in vagal tone.

#### 70. 皮膚から胃への反射. 加世田正和, 佐藤昭夫, 佐藤優子, 鳥潟裕子 (東京都老人研, 基礎第二生理)

クロラローズ麻酔のラットで、皮膚の痛み刺激が胃運動の反射性反応を誘発する事実を見出し、その反応は交感神経を介する反射であることを証明した。皮膚の痛み刺激は左右の乳頭線上に頸部かう下腹部にかけて数ヶ所の場所を選んで、その部位をピンセットでつまんで与えた。胃運動はバルーン法で測定した。バルーンに内圧を加えると、1分間約5~6回の周期的収縮運動が現われる。中枢神経と胃支配自律神経全てが無傷の場合、腹部の皮膚痛み刺激は胃の運動の抑制と胃トームスの低下をきたした。その反応は副腎摘出後も、また両側迷走神経の頸部における切断後も存在し、さらに頸部の脊髄切断後も同様に認められた。腹部皮膚痛み刺激で、胃支配交感神経枝の

活動電位を直接導出するとそれは増加し、そのさい胃支配迷走神経枝の活動電位には変化が認められなかった。それゆえ、腹部皮膚痛み刺激によって誘発される胃運動の抑制反応は交感神経を介するある一定の脊髓レベルに限局された脊髄分節性反射性反応であると結論された。

#### 71. 延髄孤束核：頸動脈神経刺激によって誘発されたシナプス後電位について。三浦光彦（千葉大，医，第二生理）

循環調節の中枢神経系内機構を解明するために、求心性調節神経からの入力に応ずる中枢神経の応答を手がかりとする方法がある。最近数年間で、細胞外電位記録法による誘発フィールド電位および単一ニューロン発射に関する研究が出つくされた。しかし、正確な2次ニューロンの同定あるいは中枢神経系での抑制機構の解明には、細胞内電位記録法によらなければならない。本実験では、ネコを用いて、循環調節神経である頸動脈神経を電気刺激し、その誘発シナプス後電位を求めた。微小電極による探索部位は、延髄オベックスレベルで孤束核および直下の網様体に限定した。EPSPの潜時は、2～8 msec に分布し、3～4 msec のものが最も多かった。PSPの潜時は、3～10 msec に分布し、6～7 msec のものが多数を占めた。両者間の潜時のずれから、数コのニューロンの介在が想定される。IPSPの地域的分布はEPSPが孤束核を中心に密集する。一方、IPSPはさらに腹側の網様体に広がるが、潜時の遅速による差異はなく、ほぼ均等に分布する。したがって、孤束核は単なる中継核ではなく、その直下の網様体と共に積分中枢として働くものと推定される。

#### 72. 内臓平滑筋臓器におよぼす脊髓温度刺激の影響。入来正躬，土屋勝彦，古沢恵美，松下則彦（東京都老人研，第一生理）

温度刺激，低酸素刺激などによる自律機能の反応を，自律機能調節の面から，血管反応，交感神経活動電位変化などを指標として研究を進めて来ている。脊髓温度受容組織の温度刺激により惹起される生体反応については種々報告されており，循環系および交感神経系の地域性反応については本学会でも報告した。今回は脊髓温度刺激の胃腸

および膀胱運動に及ぼす効果について報告する。

方法：実験には sodium pentobarbital 麻酔イヌを用いた。U字型ポリエチレン管を腰椎より下部頸椎の高さまで脊髓腔に挿入し、これに約45°Cまたは約20°Cの水を3～5分間灌流して脊髓の温度刺激を行った。胃腸および膀胱の運動描記のために、胃幽門部，十二指腸または空腸，および膀胱に挿入したゴム球の内圧を圧トランスジューサーを用いて連続記録した。同時に直腸温，脊髓腔内温，足趾皮膚温，大動脈血圧，呼吸運動を記録した。

結果：脊髓冷却により胃および小腸の運動が促進され，振巾の増大と緊張の上昇がみられた。脊髓加温では，冷却とは逆に胃および小腸の運動の抑制，すなわち振巾の減少と緊張の減弱がみられた。この反応は両側迷走神経切除後にもみられるので，交感神経系の活動性変化も反応を惹起させる要因の一つであろう。

膀胱運動は胃腸運動とは逆に脊髓冷却により抑制され，加温により促進される。

#### 73. ウシガエル交感神経節細胞 EPSP の発生機序。久場健司，頼綱教三（久留米大，医，第二生理）

The slow excitatory postsynaptic potentials (S-EPSP) were recorded in the presence of d-tubocurarine ( $1 \times 10^{-4}$  g/ml) using intracellular electrodes. When the cell membrane was hyperpolarized, the amplitude of the S-EPSP was increased (in the type 1 cells), unchanged (type 2) or decreased (type 3), depending on individual cells. Under the muscarinic effects of acetylcholine (ACh), the slope of the current-voltage relationship at hyperpolarized levels, was decreased in the type 1 cells, unchanged in type 2 and increased in type 3, while it did not change (mainly in type 1) or increased (mainly in types 2 and 3) at depolarized levels. In all cells, there was a shift of the threshold for the delayed rectification to a more depolarized level. An increase in the  $K^+$  concentration of the bathing solution consistently reduced the amplitude of the slow ACh potential evoked by iontophoretic application. The slow ACh poten-

tials were depressed when total  $\text{Na}^+$  or  $\text{Ca}^{2+}$  were removed. On removal of both  $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{2+}$  from the high  $\text{K}^+$  solution, the slow ACh potential was almost eliminated.

These results indicate that all S-EPSP are generated by a common mechanism that is increases in the  $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{2+}$  conductances of the membrane and a simultaneous decrease in the  $\text{K}^+$  conductance. The ratio of the  $\text{Na}^+$  and  $\text{Ca}^{2+}$  conductances increase to the  $\text{K}^+$  conductance decrease seems to be different depending on individual cells.

#### 74. カエル交感神経節 slow IPSP のアドレナリン作動性の検討. 小林春雄, 登坂恒夫 (東京医大, 第一生理)

The hyperpolarizing response of curarized frog sympathetic ganglia to a cholinergic muscarinic action, and therefore the orthodromically elicited slow inhibitory postsynaptic potential (S-IPSP), involve the intraganglionic release of a second transmitter apparently a catecholamine. Low Ca/high Mg abolishes the hyperpolarizing (but not depolarizing) response. Phentolamine abolishes hyperpolarizing responses both to epinephrine and to methacholine. Inhibition of the enzyme catechol-O-methyltransferase (COMT) by U-0521 enhances the S-IPSP. Alpha-adrenergic antagonists in higher concentrations depress the S-IPSP; an additional enhancing action, visible under certain conditions, is probably an effect on presynaptic function. In nicotinized ganglia, the large portion of the hyperpolarizing response does persist in low Ca/high Mg or in phentolamine, therefore acetylcholine is considered to be able to elicit hyperpolarization also by a direct action on ganglion cells, without a second mediator (as reported by Weight &

Padjen, Brain Res. 55, 225-228, 1973). This direct action appears to have pharmacological but not physiological significance.

#### 75. アドレナリンと electrogenic Na pump.

赤須 崇, 瀬瀬教三 (久留米大, 医, 第二生理)

According to the experimental results, which have been accumulated in our laboratory, the S-IPSP of bullfrog sympathetic ganglion cells seems to be produced by the action of adrenaline (Ad) which accelerates the sodium pump. No conclusive evidences to support this concept, however, have not been yet obtained in our previous experiments. Thus, the effect of Ad on the membrane hyperpolarization, which is actually caused by an activation of the electrogenic sodium pump, has been studied in the present experiment.

The  $\text{K}^+$ -activated hyperpolarization, which was recorded by the sucrose-gap method when the external  $\text{K}^+$  concentration was raised from zero to 2 mM, was very sensitive to ouabain ( $2 \times 10^{-6}$  M), indicating that it was generated by an activation of the electrogenic sodium pump. These  $\text{K}^+$ -activated hyperpolarizations of ganglion cells were markedly and reversibly augmented, whereas those of postganglionic nerve fibres were not appreciably affected by Ad. The  $\text{K}^+$ -activated hyperpolarization, which was recorded intracellularly from ganglion cell, was not significantly increased, while the membrane resistance was slightly increased, under the effect of Ad. These results indicated that the Ad-receptor, which is responsible for augmentation of the  $\text{K}^+$  activated hyperpolarization, is mainly distributed at the membrane of axon-hillock and is less distributed at the membrane of axon or cell-body of postganglionic neurones.

## 7. 神 經 化 学 (76—83)

76. 不眠動物の産生および睡眠促進物質の効果検定のための長期自動計測制御システムの開発.

市川 一, 本多和樹, 井上昌次郎, 長崎紘明\*, 入来正躬\*, 内菌耕二\*\* (東京医歯大, 医用研制

御, 東京都老人研, 基礎第一生理\*・東大, 医, 第二生理\*\*)

1. Device system for total sleep deprivation

Special cages were manufactured for the purpose of obtaining a number of sleep-deprived rats at one time, whose brain may contain an elevated amount of the sleep-promoting material. The cage is composed of 4 rooms connected by gates. Any one floor out of the four is automatically passed by an electric current of 60 sec duration at regular intervals of 180 sec, while the other three are freed from the stimulus. The electric shock is applied sequentially to every room. Each room is illuminated by a ceiling light to indicate that the shock is coming and leaving, respectively. Thus rats can easily learn how to avoid the shock, moving from one room to another without sleeping.

2. Device system for assay

Extracts from the sleep-deprived rat brain were quantitatively assayed in young adult male rats by a specially developed assay system. This enables chronic intraventricular infusion of the material in an arbitrary program, and simultaneous monitoring of the locomotor activity, EMG and EEG (filtered and integrated at given intervals) of recipients. The final outputs concerning the effect of the material is expressed in the form of both digital prints and analog charts.

77. ラット脳幹における睡眠促進物質. 長崎絃明, 入来正躬, 井上昌次郎\*, 内菌耕二\*\* (東京都老人研, 生理・東京医歯大, 医材研\*・東大, 医, 第二生理\*\*)

目的: 従来, 睡眠促進物質は睡眠中のウサギの血液及び断眠中のヤギの脳脊髄液中に含まれることが報告されている. 本研究では, 断眠ラットの脳幹より抽出することを試みた.

方法: 小動物用断眠装置を用いて24時間断眠したラットの脳幹をホモゲナイズした後, 透析しその外液を凍結乾燥して脳幹抽出液を得た. 脳波検定にはテレメーター装置を用いさらに bandpass フィルター (1~5 Hz) によって徐波成分を10秒

毎に積算した. また運動量の測定には activity weter を用いた. EEG と EME とから覚醒, 徐波睡眠, 逆説睡眠を解析した. 効果検定には断眠したラット及び断眠しないラットから抽出した脳幹抽出液をラットに無麻酔腹腔内注射した.

結果: 1) 断眠ラットの脳幹抽出液は24時間中の全睡眠量を増加させる (約27%増). 2) 断眠ラットの脳幹抽出液は24時間中の運動量を減少させる (約22%減). 3) 1回の睡眠時間及び徐波睡眠と逆説睡眠の割合は変化しない.

結論: 断眠ラットの脳幹には睡眠促進物質が含まれると思われる. またその作用は自然睡眠の単なる延長であると思われる.

文 献

- 1) 市川 一, 本多和樹, 井上昌二郎 (1974) 医用器材研究 (東京医歯大) 7, 145-148
- 2) Nagasaki, H., Iriki, M., Inoué, S. & Uchizono, K. (1974) Proc. Japan Acad. 50 (3), 241-246

78. ウサギ上丘における GABA の層分布について. 岡田安弘 (東京都神経研, 神経生化学)

The GABA concentration in the layers of superior colliculus was measured with micro-assay method which combined GABAase system with NADPH cycling of Lowry. The highest amount of GABA was found in the superficial grey layer (39.2 mmoles/kg dry weight). The GABA levels in the optic and intermediate grey layers were each 22.2 and 22.1 mmoles/kg. The GABA content in the intermediate white, deep grey and deep white layers was lower than that in the optic layer ranging from 17 to 19 mmoles/kg. The destruction of three major afferent fiber connections into the superior colliculus, corticotectal, retinotectal and intertectal connections, caused no decrease in the GABA concentration in the superficial grey layer. It was suggested that GABA concentrated in the superficial grey layer may be intrinsic to the layer.

The GAD (Glutamate decarboxylase) activity in each layer of superior colliculus was measured with a microtechnique. The activity was the highest in the superficial grey layer. The

grade of GAD activities in each layer was in parallel with that of GABA concentration in each layer.

**79. コリンのとりこみ：コリン作動性神経終末の示標。反町 勝，片岡喜由，奥野幸子，宮本寛治（愛媛大，医，生理）**

アセチルコリンの前駆物質であるコリンは，中枢神経系では合成されぬことより，コリンのとりこみ機構が，コリン作動性ニューロンの機能に重要な役割を果たすと考えられている。近年，このとりこみ機構は，親和性の高いものと低いものの2種類に区別しうることが報告された。前者によってとりこまれたコリンのかかなりの部分がアセチルコリンになることより，このとりこみはコリン作動性神経終末に，選択的に生じる可能性がある。この点を明らかにする為，とりこみの部位別分布を検討し，又成長に伴った変化を調べた。

ラット脳10部位における， $0.43 \mu\text{M}$  放射性コリンのとりこみは，脚間核で最も高く，尾状核-被殻へのとりこみが次ぐ。蛋白当りのとりこみ部位間の分布は，合成酵素であるコリンアセチラーゼの分布と極めてよく一致することから，親和性の高い輸送系は，コリン作動性終末に選択的に存在すると考えられた。次の5部位におけるコリンのとりこみの成長に伴った変化を，コリンアセチラーゼ及び分解酵素であるアセチルコリンエステラーゼ活性の変化とあわせて検討した所，次の結果をえた。

1. 介在ニューロンがコリン作動性と思われる線状体では，3者の活性が伴って増加した。
2. 海馬，上丘，前脳皮質では，コリンのとりこみの増加が，コリンアセチラーゼのそれより数日先行した。恐らくは，他の部位に局在する細胞体で合成された合成酵素が軸索輸送で上部位に到達する迄の遅れを意味するものと思われる。
3. 小脳では，分解酵素の成長に伴った増加が見られたが，合成酵素及びとりこみは生後に高く成長につれ減少した。

**80. 脳発育に伴う DNA 代謝について。須田治彦，野口鉄也，塚田裕三（慶大，医，生理）**

Wistar 系ラットの大脳と小脳の DNA polymerase にはそれぞれ Tris 緩衝液で抽出されるも

のと KCl 濃度を上げて始めて抽出されるものがある。脳発育に伴って DNA polymerase 活性は生後10~15日に峯をもつ変動をし，生後は常に未変性 DNA 鋳型に依り高い活性が得られた。この2種の酵素をそれぞれ Sepharose 6B カラムで分画すると Tris 抽出酵素は一つの高分子酵素を含み KCl 抽出酵素は高分子，低分子両酵素を含んでいた。同じ方法で肝の酵素を抽出し分画すると肝では Tris 抽出も KCl 抽出も高分子酵素文を含んでいた。一方脳を核と細胞質に分け酵素を抽出すると核酵素は KCl によって細胞質酵素は Tris によって大部分が抽出され低分子酵素は核に分布し脳に特異的なものであることが明らかとなった。脳 DNase には未変性 DNA を良い基質とする acid DNase と変性 DNA を基質とする basic DNase があり脳の発育に伴って生後3~7日にかけて峯をもつ変動を示し lysosomal enzyme の acid DNase が最も著しい変動を示した。Acid DNase を硫酸分画，カラム分画法で約330倍に精製しその性質を検討した。基質として未変性DNAをとり，活性出現には  $\text{Mg}^{++}$  (40 mM) あるいは  $\text{Mn}^{++}$  (30 mM) を必要とし至適 pH は4.5にあった。さらに100 mM 以上の  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  いずれの存在によっても活性は抑制された。このことから脳 acid DNase は DNase I, DNase II とその性質を異にする酵素と考えられた。

**81. 分離ニューロンおよびグリア細胞群酵素活性の発育に伴う変動。永田 豊，難波経篤（名古屋保衛大，医，生理）**

発育に伴う脳機能発現の代謝的背景を細胞レベルで明らかにするために，種々の発育段階での動物脳から bulk separation 法によりニューロン細胞体とグリア細胞群を多く含む分画を集め，2~3の酵素活性を測定し比較検討した。

ブドウ糖は脳で利用される主なエネルギー基質であるが，脳の解糖系の調節酵素として知られる pyruvate kinase (PK) について， $\text{K}^+$  による活性増加を分離細胞群で調べた。PK 活性は大脳・小脳共に発育にしたがって増加するが，分離ニューロン群がグリア細胞群よりやや高い活性を示した。生後20日目頃迄の発育の初期は，ラットの脳機能（自発放電スパイクやK-効果など）の発現する“critical period”に相当している。 $\text{K}^+$  による

PK 活性の増強は、グリア細胞群で常にニューロン群より大きい、成熟ネズミのグリア細胞群ではニューロン群より2倍以上の促進がみられた。このことから、 $K^+$ による脳の刺激代謝系ではニューロンのみならずグリア分画がブドウ糖分解に際して大きな役割を果していることが推察される。

ACh 合成系の choline acetyl-transferase (ChAc) 活性は脳では発育と共に著しく増大するが、小脳では低い値に留る。又 ChAc 活性は分離ニューロンではグリア分画に比して、発育に伴う増加がわづかであった。また ACh 分解系の acetylcholinesterase (AChE) 活性は生後2週間迄急速な増加を示し以後漸減したが、分離ニューロンおよびグリア細胞群でもほぼ全脳と同様な活性変動が見られた。

**82. Methylazoxymethanol (MAM) 投与による実験的小頭症ラットの脳内アミンの変化と行動変化について。** 松谷天星丸, 塚田裕三, 野村正彦\* (脳性麻痺研・慶大, 医, 生理\*)

妊娠15日目のラットに MAM を注射した場合注射後8時間でその胎仔脳の湿重量当りの DNA 量は対照の60%に減少した。生長後1年では湿重量当りの DNA 量は対照との間に差はみられなくなった。しかし大脳1個当りで DNA 量を比較すると実験群では対照の60%に止まり大脳の有する細胞数の減少が示された。この小頭症ラット脳について神経伝達物質の変化を大脳半球・小脳・その他の部位(大脳基底核・脳幹・橋・延髄)に分けて検索した。5HT, DA の含有量は MAM を胎生15日で投与した場合生後6ヶ月, 12ヶ月の大脳半球で湿重量当り高値を示した。5HIAA, NE の増加は 5HT, DA の増加の度合より低かった。また 5HT, DA の増加の度合は DNA 量(大脳当り)の減少の度合と平行しており, 妊娠16日以後の MAM 投与では大脳重量の低下, 5HT, DA の増加の度合は15日に MAM を投与した場合の如く著しくなかった。GABA, Glu, Asp, Gly は湿重量

当りの濃度は大脳半球において対照のものとの差を認めなかった。生後6ヶ月の小頭症ラットで光を条件刺激としたオペラント弁別学習の結果実験群は対照群に比して学習能力の低下を確かに認めたが大脳重量の著しい低下に比すれば学習能力は比較的よく保たれており, 興味もたれこのことは大脳機能の可塑性を示すものと考えられた(5HT:セロトニン, DA:ドーパミン, 5HIAA:5ヒドロキシインドール醋酸, NE:ノルエピネフリン)。

**83. 実験的高フェニールアラニン血症白鼠脳の髄鞘中のサルファチド分解系について。** 平野修助, 岩崎美恵子, 高頭迪明, 野田行文(東邦大, 医, 第二生理)

乳幼期に高フェニールアラニン血症(高 phe 血症)が続くと, 知能の発育遅滞が起こることが知られている。この神経機能障害の発生病機を明らかにするため, 乳幼期の動物で, 実験的高 Phe 血症を作り, 物質代謝の面で検討を加えた。

乳幼期の白鼠は, 脳組織重量の増加と髄鞘形成とが起る事が知られているが, 高 Phe 血症では, 脳重量の低下と髄鞘の主構成成分の1つである Sulfatide 量の低下や合成阻害が認められた。Sulfatide の分解系に Arylsulfatase A が関与する事が示唆されている事から, 今回実験的高 Phe 血症動物脳の Arylsulfatase A の活性を調べると, 実験群で高値を示し, 特に実験群の脳髄鞘分画に有意の差で増加していた。Phe 及び, その中間代謝物による Arylsulfatase A の活性化を *in vitro* の系で検討すると, Phenylpyruvic acid 添加の場合のみ酵素の活性化が認められた。この Phenylpyruvic acid 合成酵素は脳組織にも見分存在する事から, 高 Phe 血症における Arylsulfatase A の活性増加は, 脳組織内の Phe 蓄積による Phenylpyruvic acid の効果である事が示唆された。

## 8. 視

**84. イソアワモチの光興奮性神経細胞の機能と構造。** 後藤 司(福岡大, 医, 第一生理)

イソアワモチの中樞神経節にある光感受性神経

## 覚 (84—110)

細胞 Ep-2, Ep-3 および Es-1 の軸索分枝の状態を明らかにするために各神経細胞にコンバルトを注入した。体軸の右側にある Ep-2 から同側の体側

神経、体軸上の腹部神経、反対側の体側神経そして同側の足神経に軸索分枝がのびていた。同側の体側神経にある大きな軸索分枝と小さな他の軸索分枝との直径の比は約3対1であった。Ep-3の軸索分枝の分布および大きさは共に体軸に対してEp-2のそれとほぼ左右相称であった。体軸上にあるEs-1から左右の体側神経そして腹部神経に大きさの等しい軸索分枝がのびていた。この軸索分枝の大きさはEp-2の大きな方の軸索分枝とほぼ同じであった。また、Ep-2およびEp-3の大きい方の軸索分枝に生じた活動電位は小さい方のそれに伝導するがその逆は伝導しなかった。これは同一の軸索から分枝した小さい方の軸索分枝は大きい方のそれとは機能的に独立して働かうことを意味した。さらにEp-2とEp-3にシナプス結合するEs-1とは無関係の感覚神経線維が存在した。以上よりすでに報告した外套反転運動以外の運動にEp-2とEp-3が関与していると考えられた。

#### 85. イソアワモチ背眼の ERG とその成分要素。藤本克巳、奥埜良信\* (専修大、教養、生理・大阪教育大、生物\*)

イソアワモチ背眼について、細胞内誘導で得た電気応答の記録と procion yellow 染色によるその部位の同定とを行なった。

数10mVの静止電位を示し、光刺激に対して脱分極電位をもって応答する細胞は、レンズの後縁から神経線維を包んで視細胞の周辺にひろがり、グリア細胞と考えられる。電気応答の性質もこの結果を裏づけるものが多いが、latency や時間的経過の異なるものも観察されている。

静止電位が20~30 mV と小さく、latency の短かい過分極電位をもって速かに応答する細胞は視細胞であった。電位発現時コンダクタンスが増加する性質は、Pecten の distal cell と類似し、ciliary type の特異な受光部を持つ構造上の類似と併せて興味をもたれる。

Off 電位のみ顕著な応答が、比較的浅い静止電位を示す細胞から記録されたが、染色には成功していない。この応答は、脱分極応答の応じえない長波長光刺激にも応じ、照射時間が数秒以上に長くなると著しく増強される。

#### 86. クモ類単眼における感度の高進及び促通。

山下茂樹、立田栄光 (九大、理、動物生理)

クモ類単眼視細胞の興奮を細胞内記録法及び細胞外記録法を用いて調べた結果、ハエトリグモほか数種のクモの前中眼の感度は光照射によりすみやかに低下するが光照射終了と同時に急激に暗順応時以上に上昇する事、くり返し刺激に対して促通を示す事を見出した。感度の高進は光照射終了後1~60秒の間観察されその極大は光照射終了後1~5秒の間にみられた。促通も1~5秒のくり返し刺激に対して最大であった。この感度の高進及び促通を説明できる光照射終了後の膜電位の変化はなかった。生理的食塩水中で ERG を記録している場合光照射終了後の感度の高進は手術後1昼夜たつとほぼ消失する。しかし感度の高進がみられる場合でもそれが消失した場合でも暗順応時の閃光刺激に対する応答の強度-応答曲線はほぼ重なった。また明順応下の感度の低下は光照射終了後の感度の高進が少い程大きかった。さらにこの感度の高進がみられる時には ERG の slow-phase の大きさが光照射開始後数秒間少し大きくなった。以上の事より光照射により感度を高進させる独立した要因のある事が予想された。感度の高進及び促通は呼吸を止めてやると可逆的に消失した。さらに感度の高進及び促通には Ca-イオンが影響していた。

#### 87. 円口類松果体の光受容と電顕像。森田之大、野村 巖\* (浜松医大、第一生理・広島大、歯、生理\*)

The direct photosensitivity of lamprey pineal was determined electrophysiologically by the change of discharge patterns of spike as well as slow potentials after photic stimulation (Morita & Dodt 1973)<sup>2)</sup>.

Scanning electron microscopic observation reveals a variety of forms in the outer segments of pineal photoreceptors protruded in the lumen. The receptor cell density is about half of the retinal photoreceptors in the same species of lamprey. The lamellated discs of outer segments in the transmission micrograph show typical infoldings indicating the cone-type photoreceptors as reported by Collin (1969)<sup>1)</sup> in

*Lampetra planeri*.

The receptor contains well developed Golgi apparatus and a large number of mitochondria and glycogen granules. There are gap junctions between the inner segments of receptor cells in the region of basal processes. The pedicles of photoreceptors have many synaptic vesicles as well as synaptic ribbons. Cored vesicles of ca. 100 nm with different levels of electron density suggest a secreting function of the photosensory cells.

## References

- 1) Collin, J. P. (1969) *Annlis Stn. Biol. Besse-en-Chandesse Suppl.* | . 1
- 2) Morita, Y. & Dødt, E. (1973) *Nova Acta Leopoldina*, **38**, 331

### 88. カエル剥離網膜の視細胞電位とメタロドブシン. 埜 功, 松浦哲志 (岐阜大, 医, 第一生理)

脊椎動物の視細胞電位について, その振巾がロドプシンの光分解産物であるメタロドブシンⅡの濃度の対数に比例して発現することは先に報告したが, 視細胞電位の回復時期がメタロドブシンⅢの消失時期とほぼ一致することから, 今回は暗順応過程における視細胞電位の振巾回復がメタロドブシンⅢの生成量および網膜浸漬液の pH 変化によってどのように影響されるかを検討した。

実験材料としては体重約 200 g の食用ガエルの暗順応眼を使用し, その剥離網膜を小孔を有する小室間にはさみ, 網膜両側からの電位変動を寒天橋および甘汞電極を用いてブラウン管オシログラフまたは DC レコーダーに誘導記録するとともに光照射後のメタロドブシンⅢ量の変化については光電子倍增管を使用して同時測定した。

ロドプシンの約 50% を閃光照射によって退色させた後, 暗順応時間経過中での一定強度の 465 nm 光刺激による視細胞電位の振巾変化を観察すると, 時間経過とともに振巾は次第に増大し, 約 60 分後には一定となる。一方, メタロドブシンⅡ量も指数函数的に減少し, 約 60 分後には消失し, 振巾が一定となる時期とほぼ一致した。

また, 網膜浸漬液の pH を変化させると, メタロドブシンⅢの生成量および熱分解反応速度に変

化が認められ, これに伴って視細胞電位の回復時期も変化することが判明した。

### 89. カエル網膜色素移動に対するアスパラギン酸ソーダの作用について. 河本典子, 松浦哲志 (岐阜大, 医, 第一生理)

網膜色素移動は, 明および暗順応に伴う網膜運動現象の一つであり, 埜ら (1958) は L-Asp をカエル暗網膜に作用させ網膜色素が明位へ移動することを報告した。本実験では Asp がカエル暗網膜の色素移動におよぼす影響について, 色素の位置的分布量を顕微分光光度計を用いて形態と相対させて調べた。また Asp による網膜運動現象について L 型および D 型で差異がわかるかどうかをもあわせて検討した。

0.1 M, L-Asp, 0.1 M, D-Asp および対照として Ringer 液を各々 0.03 ml づつ, カエル暗順応眼の硝子体内に注射し, 一定時間後 (15分, 30分, 40分, 60分, 90分, 120分) に眼球を摘出してブアンで固定し, 10  $\mu$  の切片を作りヘマトキシン・エオジン染色液で染色後, 顕微分光光度計にて調べた。なお光源は染色による影響を除くために 650 nm の波長を用いた。結果は, 対照の Ringer 液処理では, 注射後 15 分で一過性にわずかの色素顆粒の拡散が生ずるが, その後, 時間の経過とともに次第に減少してゆく。一方 Asp の L-型および D-型では, 15 分後で一過性の上昇は生ずるが, 30 分後で一時的に降下し, 再び 40 分後で最高値を示し, その後, 60 分, 90 分, 120 分と次第に降下して, 対照と同様な値を示すようになる。これらのうち初期の一過性の上昇については, 注射時の眼圧等におよぼす機械的な刺激による変化とおもわれる。

### 90. 脊椎動物視細胞膜のイオン透過性に及ぼす $Ca^{++}$ の効果. 伊藤寛志, 田内雅規 (東京女子医大, 第二生理)

カエル剥離網膜に aspartate を与え, ERG から視細胞電位を分離し  $[Ca]_0$  の効果を検討した。

1)  $[Ca]_0$  を減少すると電位振幅は著しく増大し, これを増大すると振幅は減少する。2) Na を Li で置換し, 種々の  $[Na]_0$  濃度で  $[Ca]_0$  を増減した。振幅/ $\log [Na]_0$  の勾配は  $[Ca]_0$  濃度如何にかかわらずほぼ一定である。3) K を Li で置

換し同様な実験を行なった。電位振幅は  $\log [K]_0$  に反比例するが、その勾配は  $[Ca]_0$  が減少するにつれ著しく減少し、Nernst の式から予測される勾配とは一致しなくなる。4) Na を Li で置換し Na-free とすれば、光応答は完全に消失する。しかし  $[Ca]_0 = 0$ 、EDTA (1 mM) を加えた当該液中では光応答は出現する。この電位は光刺激 (0.2 Hz, 持続 1 秒) を 5~10 分間持続すればほぼ指数関数的にその振幅を減じついでには消失する。

このとき外液を等張 sucrose 液で置換すればこの電位は再び出現するが、その極性は反転する。5) 同様な現象は  $NH_4$ , Cs, Rb, K, Tris, choline, TMA, および TEA など Na を置換しても認められる。また、6) 出現する電位の振幅はいずれもこれらイオン濃度の対数値にほぼ比例する。

7) Rb は正常な膜に対し K とほぼ同様な動きを示す。以上正常な視細胞膜は K, Rb および Na に対し透過性を示す。しかし EDTA で処理すれば、視細胞膜は上述の 3 イオンの透過性をさらに亢進するのみならず、正常では通過しない  $NH_4$ , Cs, Tris, choline, TMA および TEA などに対しても透過性を示すものと推論される。

#### 91. カプトガニ側眼における視細胞と視神経の発達について。植木キク子 (東京女子医大, 第二生理)

カプトガニ側眼の個眼中には、2種の細胞 eccentric cell と retinula cell があり、両細胞間には電気的な結合があると云われており、それを裏付ける構造についてはすでに発表してあるが、これらの細胞がどのようにしてでき、お互の interaction が生じてくるのかに関して、まず形態学的にどのようにになっているかを検索した。

孵化前後の側眼の構造について簡単な報告は昨年の本大会でも行ったが、今回はさらに詳細に検索をした。孵化前 2 回目の胚脱皮の後、側眼部に色素沈着を認め、この点は 3 回目の胚脱皮後さらに明瞭になってくるが、この時期はまだ個眼の形態はととのっていない。1 令では eccentric cell の distal process を retinula cell がとりかこんだ典型的な個眼構造を示し、rhabdome の構造もはっきりしてくる。Eccentric cell の構造は retinula cell と差が認められ、全体に電子密度が高く、ミトコンドリア、グリコーゲン顆粒がたく

さんある。各細胞からの視神経の走行についてはまだ満足すべき結果は得られなかったが、方法として、細胞表面の多糖類の coating の検出にすぐれた効果をもっているルテニウムレッドを固定液に投与することによって、グルタルアルデヒド固定のみでも視細胞および視神経全体の検索が容易になった。今後この方法を用いて連続切片法によってさらに詳しい検索を行いたい。

#### 92. 網膜水平細胞に対する glutamate の作用。金子章道, 嶋崎裕志 (慶応大, 医, 生理)

脊椎動物視細胞からの伝達物質放出は暗時に持続的に起り、これが光照射によって減少すること、水平細胞に対しこの伝達物質は脱分極性に作用することが予想されている。一方 L-glutamate が水平細胞を強く脱分極することが報告されている。このシナプス機構を究明する目的でコイ網膜水平細胞から細胞内記録を行ない、次の結果を得た。

1. 外液の Ca を除き Mg を増すと水平細胞は約  $-80$  mV に過分極され光応答が消失した。

2. このような状態で外液の K 濃度を変えると膜電位はほぼ K の平衡電位にしたがう変化を示した。

3. 外液に 5 mM L-glutamate を加えると  $-10$  mV に脱分極し、光に対する応答が消失した。Glutamate による脱分極は Ca を除き Mg を増した外液中でも同様に見られた。

4. Glutamate による脱分極は外液の Na を除いても依然見られた。

5. 以上の観察から、i) 視細胞から持続的に放出される伝達物質によって水平細胞は脱分極されると考えられる、ii) 光照射はこの伝達物質放出を減少させ、その結果水平細胞の膜電位は K の平衡電位に近づく、iii) Glutamate は直接水平細胞に作用して脱分極させるが、その機構は Na に対する透過性を増大させるものとは考えにくく、恐らく細胞外空間の K 濃度増加を起すのではないかと考えられる。

#### 93. コイ網膜の双極細胞に対する薬物の効果。

村上元彦, 大塚輝弥 (慶大, 医, 生理)

双極細胞には on-center 型と off-center 型の 2 種類の細胞があり、前者は光点刺激に対しては

脱分極性, 環状光刺激に対しては過分極性応答を示し, 後者はこの逆である (Kaneko, 1970). 超微小電極により双極細胞の応答を観察しながら aspartate あるいは glutamate を網膜に投与すると, on-center 型は過分極し, off-center 型は脱分極した. 同じ薬物が異なる型の細胞に全く逆の効果を示すこと, および他の実験から薬物の作用部位は視細胞-双極細胞間シナプスであると考えられる.

視細胞は暗時に伝達物質を放出, 明時に放出の減少あるいは停止をおこし, この伝達物質の作用は off-center 型双極細胞に対しては膜コンダクタンス増加による脱分極性, on-center 型に対しては膜コンダクタンス減少による過分極性と考えられている (Toyoda, 1973). したがって伝達物質を投与することは観察している細胞の暗時での“ふるまい”を再現することになる. 本実験で使用した薬物は伝達物質として同定されているわけではないが, 本実験結果は上記の仮説の可能性を支持する. 薬物による脱分極, あるいは過分極中の膜コンダクタンスの測定は技術的困難さのためまだ成功していない.

#### 94. アミノ酸類の噴霧および局部投与によるコイ網膜光応答への影響. 根岸晃六, 菅原 清, 加藤 聖 (金沢大, 医, 神経情報研)

Experiments were performed on isolated carp retinas to investigate the effects of certain amino acids on the spike discharge, spontaneous and light-induced, of ganglion cells. The amino acids were applied either diffusely as aerosol over the whole receptor surface or locally by pressure-microinjection at different layers. The responses were induced by central (0.5 mm dia.) and annular (1.0 mm i.d. and 2.2 mm o.d.) flashes of white light and recorded from the center, where the agent was applied in the case of local application.

1. The spontaneous discharge rate of most cells examined was markedly increased immediately following application of L-glutamate and L-aspartate, while all types of light-induced responses were transiently accentuated in some cases, or promptly masked by the

increased spontaneous discharge in others.

2.  $\beta$ -Alanine depressed most strongly both spontaneous and induced discharges. Glycine and GABA seemed to be less effective, because they often initially increased the discharge rate, followed by complete depression.

3. L-valine, L-histidine and taurine were assumed to be excitant, whereas L-leucine and L-threonine to be depressant, although these agents were preliminarily examined with diffuse application.

4. When a discharge type of the annular response was opposite to that of the central, the annular response was abolished or, in some cases, changed to a type similar to the central response after application of certain depressants. This suggests that the center-surround antagonistic organization of the receptive field of ganglion cells is selectively disappeared under the influence of the agents.

#### 95. コイの内網膜光応答の要素分析. 根岸晃六, 菅原 清, 加藤 聖 (金沢大, 医, 神経情報研)

By means of a pressure-microinjection through a glass-microelectrode, a minute quantity (approximately  $5 \times 10^{-7}$  ml) of each solution of certain chemicals was applied locally at different layers of isolated carp retinas, in order to investigate their effects and the nature of local ERG components which were induced by central and annular flash stimuli of white light.

1. Certain chemicals applied locally at the distal layer (receptor surface and outer plexiform layer) in the central flashing and recording area, caused rapid changes in the light-induced response, whereas those injected into the inner plexiform and ganglion cell layers did not.

2. Amino acids,  $MgCl_2$  and  $CaCl_2$  (100 mM), applied locally at the distal layer, abolished the proximal PIII and reduced the S-potential, particularly in response to central flash, while the horizontal cell resting potential remained

almost unchanged. This suggests that the horizontal cell resting potential appears to be maintained by tonic lateral influence from many other horizontal cells rather than direct synaptic bombardments from photoreceptor terminals.

3. Different susceptibilities to the agents were found in the negative annular response (PII). Neutral amino acids, high  $Mg^{2+}$  and  $Ca^{2+}$  abolished, whereas acidic amino acids inclined to enhance, and  $Ca^{2+}$ -chelator (10mM) markedly developed the negative response.

4. Some characteristics (wave-form, latency, amplitude-intensity relation) of this negative response, enhanced by the local chelator, were compared with those of other responses. As a result, it is tentatively interpreted that the negative potential (PII) in the chelator-treated area appears to be passive in nature.

**96. Procion yellow 電極法によるコイ水平細胞の再検討.** 橋本葉子, 加藤彰子, 井口三重, 須田行雄, 片桐康雄, 渡辺宏助 (東京女子医大, 第一生理)

コイ剥離網膜について procion yellow 電極法によりL型およびC型S電位の発生水平細胞を同定し, 同時に各々の面積効果を検討した.

3層に大別される水平細胞層を視細胞側から, 第I, 第IIおよび第III層と仮称すると, L型S電位は第II層と第III層から, またC型S電位は第II層と第III層から記録される. このうち第I層水平細胞は, 比較的細胞体が大で核が明瞭であり, その樹状突起領野は約100 $\mu$ m以下である. 第II層水平細胞は細胞体がやや小さく, 明瞭な核と比較的長い樹状突起をもつが, その領野は100 $\mu$ m前後である. 第III層水平細胞は細胞体と核の存在が明かではなく, 太く長い突起様細胞でその領野は300 $\mu$ m以上に達する. しかしながらこのような形態学的領野の差にかかわらず, 各細胞から得られるS電位の面積効果または空間的減衰過程についてはほとんど差異がない. また1ケの細胞に通電したにもかかわらず両層に procion yellow が検出された例も見られることから, Stell が catfish で見出したように, 第Iまたは第II層の水平細胞と第III層水平細胞はむしろ1ケの水平細胞である

可能性が指摘される.

**97. コイ網膜アマクリン細胞の色受容域構成.** 御手洗玄洋, 後藤博男, 高木貞治, 榎原 学 (名大, 環境医研, 五部)

視神経細胞応答の空間特性と色特性との相互関係の詳細は, 視覚情報処理の神経機構における一問題点である. アマクリン細胞はそれに直接した介在ニューロンとして, 従来は空間特性にのみ注目されていたが, われわれは, この細胞の中には, 色の伝達に関与すると考えられる特有色応答を示すもののあることを, コイの遊離網膜で発見した. 今回とくにその色受容域の形と, 空間特性とを比較し, 次の結果を得た.

1. アマクリン細胞は, 主に過渡的なON, OFF 応答だけを示す transient (T) 型と, 刺激中, 脱あるいは過分極を示す sustained (S) 型, および両者の中間型にわけられるが, 純粋なT型応答では, 受容域は, 中心, 周辺の拮抗性すなわち空間対比構造をもたず, これを示すのはS型で, 中間型でもそのS型の応答成分にのみ発見された. 色細胞としての特性も同様に, このS型応答の一部のものにみられた.

2. 受容域中心野は, 直径0.5~1.3mm, 周辺野は, 直径1.7~5.6mmと種々で, とくに後者が非常に広い事が注目された. 中心野では, 直径0.6~0.8mmのものが大多数を占め, これに対し周辺野は数倍の範囲をカバーする.

3. 色特性は, S型の波長による極性変化としてみられ, 中心野応答で, 赤-緑, 黄-青の, 視神経応答でみられていると同様な拮抗性応答が認められたが, 周辺野応答にはこの色対比はなかった. アマクリン細胞の色受容域は, 水平細胞, 視神経細胞の中間的なものと考えられた.

**98. エイ網膜水平細胞の組織学的生理学的研究.** 豊田順一, 斎藤建彦, 近藤博明 (聖マリアンナ医大, 第一生理)

エイ網膜では水平細胞は特に大きく, 2ないし3層の細胞層を形成する. これら水平細胞は, 組織の垂直断面より見た位置以外, 水平断面の細胞形態よりも明らかに2種の細胞に区別出来る. 内顆粒層の視細胞側にある外水平細胞は細胞体が円形に近く, 突起は短かい. 硝子体側にある内水平

細胞は核周囲の細胞質に乏しく、突起が著明である。水平細胞より記録されるS電位は色光に対する応答からL型及びC型の2種に分けられる。Procion yellow電極による染色で記録部位の同定を行った結果、L型は外水平細胞、C型は内水平細胞から記録される事が明らかとなった。注入する色素量を多くすると、外水平細胞からは隣接する外水平細胞へ、内水平細胞からはそれに隣接する内水平細胞へと色素の洩れが観察される。この事は、外水平細胞同士及び内水平細胞同士のgap junctionの存在を示唆している。C型はもとより、L型のS電位もそのスペクトル感度より見て錐体系の応答を示す。したがって内外水平細胞共に錐体とシナプス結合をしていると考えられる。桿体との結合については今後の研究にまかす。

99. タコ視細胞間の側抑制機構. 塚原保夫, 渡辺 誠, 鈴木 均, 田崎京二, 星 素\* (東北大, 医, 第二生理・日大, 解剖\*)

1. タコ視細胞から細胞内記録によって、振巾の大きなインパルス (LS) と 1mV 以下の小さなインパルス (SS) が同時に導出される。

2. 振巾の大きなインパルス (LS) は、胞体部で、2~数mV、さらに深部では 20mV 程度である。振巾の小さなインパルスは、胞体部からのみ導出される。

3. 直径 500 ミクロンのスポット光で、電極刺入部を照射すると LS に on-放電がみられる、周辺部のみ照射によって、持続放電の抑制がみられる。

4. LS と SS の応答の様式は、刺激の条件を変えたさいに独立に変わる。LS は中枢に伝導するインパルス、SS は、側枝のインパルスであると考えられる。

5. 側枝を介して生ずる側抑制は、アセチルコリンを伝達物質としておこっていると結論された。

100. ERG の新小波 (第 2 C 波). 二唐東朔, 三田俊定, 佐藤 慧, 高松隆常 (岩手医大, 医, 第一生理)

呼吸および体温を管理し、散瞳した不動化ネコから亜鉛-硫酸亜鉛不動態電極を用いて、ERG お

よび網膜常存電位を記録した。光刺激の強度は角膜で最大 800 Lux であった。一般にネコ眼に長期間の光刺激を与えると、ERG の C 波に続いて角膜陽性の頂点時約 6~8 分の明極大が出現する。著者等はこの明極大の起始部に小峰を形成する陽性波を発見し、次の諸特性に基き、これを第 2 C 波と命名した。1) 第 2 C 波は全てのネコ (20匹) に観察された。その頂点時は 65~98 秒の範囲にあり、その平均値は 73 秒である。その波形は明極大電位の上昇によって影響をうけ、しばしば屈曲点となって出現する。2) C 波の如く刺激光の強度の増減により第 2 C 波の振幅は変動する。3) エーテル麻酔で C 波の振幅が減弱または消失する時、第 2 C 波も著しく減弱する。しかし全く消失する事はないので C 波と第 2 C 波の発生機構は異なると推察される。無麻酔下で生来の C 波欠損ネコ (約 12%) にも第 2 C 波が確認されるので上の推察が裏付けられる。4) 生来の C 波欠損ネコを深いエーテル麻酔で b 波を極度に減弱させると、b 波下降脚が深くなるので、反拗的に第 2 C 波の振幅が増大し、かつ頂点時が僅かに延長する。かような状況下では殆んど P<sub>III</sub> 要素のみが優性に働いていると思われるので、第 2 C 波は主として P<sub>III</sub> に関する波と考えられる。

101. ネコの網膜受容野内での順応効果. 斎藤秀昭, 深田芳郎 (NHK, 基礎研)

The cat's retinal ganglion cell changes its size of response to a small flashing spot concentrically placed with the receptive field center (RFC), when the second small spot of light is applied to a separate region of the same RFC. For the two classes of the on-center ganglion cells, we measured the size of the responses to a small spot of light (TS; 5' in diameter, 100 msec in duration) which was given at the various time with respect to the onset and the cessation of the conditioning spot of light (CS; 5', 3 sec). CS was 15' eccentric to TS and the cycle-time was 12 sec. The luminances of TS and CS were selected in the range of 1~2.5 log units above the diffuse background (5.9 cd/m<sup>2</sup>).

For X cells, the size of TR was monotoni-

cally suppressed and reached to a very low steady level within 500 msec after the onset of CS. It took several seconds after cessation of CS to recover completely from this suppression. On the other hand, the transient suppression was observed after both the onset and the cessation of CS for Y cells.

#### 102. 視神経とI細胞の結合様式について. 住友一次, 杉谷道男, 岩間吉也(阪大, 医, 高次研神経生理)

外側膝状体またはその近くに視神経単発刺激に反復放電をもって応ずる細胞(I細胞)と単発放電をもって応ずる細胞(P細胞)との2種類の細胞がそれぞれ群を作って存在する. 前者は後者に対する抑制ニューロンであると想定されている.

ラットを用い一側皮質視覚領を切除し, 術後2週から8週の間, 上記2群の細胞の視神経刺激に対する応答性をしらべた. 誘発電位でみた限りでは, 術側ではP細胞の反応性はほとんど認められなかった. これに対してI細胞は十分に記録可能であった. ただし, その反応性は以下の諸点で正常側のものとちがっていた. 1) 記録されるI細胞は視神経刺激に対する初期反復放電が短潜時のものが多く, しかもそれにつづくはずの後放電が消失している. 2) 正常I細胞は視神経刺激を20 Hz以上にすると応答しないが, 皮質切除側のI細胞は100 Hzの高頻度刺激にもよく応答した. 3) 正常I細胞は一様光の照射に対して一過性のオン-オフで応ずる. 皮質切除側のI細胞は同じ光刺激に対し, 主として持続性のオン反応を示した.

上記の事実はI細胞の一部には視神経と単シナプス性に連結するものがあること, およびそれらに対して皮質切除は脱抑制をもたらすことを示している.

#### 103. ウサギ外側膝状体の両眼性ニューロン. 刈田啓史郎, 高橋弥穂\*(東北大, 歯, 生理・東北大, 医, 第二生理\*)

1. 非動化, 人工呼吸下のウサギ外側膝状体ニューロンから細胞外記録によるユニットを導出し受容野の性質を試べた.

2. 外側膝状体の内側部位に局限して同側眼に

受容野をもつニューロンの存在が認められた. それらは中央矢状線  $\pm 10^\circ$  以内に分布した.

3. それらの中に対側眼にも受容野をもつ両眼性のニューロンが認められた. ネコのものとは異なり両側ともに, ほぼ同じ大きさの受容野をもち光刺激にはっきりと応答した.

4. 両眼干渉は, ネコにみられる dominant, non-dominant の受容野の関係だけではなく, 両側ともに同様に応答するものも多く認められた. また, ネコにはほとんど認められていない両側性に興奮又は抑制のニューロンも少なからず認められた.

5. 両眼性ニューロンがウサギ後方視野にも認められたことからウサギの両眼視野はウサギ後方から頭上を経て前方に帯状に存在すると考えられ, 前方では, その巾は約  $20^\circ$  と考えられる.

#### 104. 外側膝状体薄切片の電気活動とセロトニンの作用. 山本長三郎(群馬大, 医, 行動研生理)

テンジクネズミの外側膝状体を人工液中に取り出し, 視索電気刺激に対する応答をしらべ, セロトニンの作用を検討した. 標準液中で, 視索刺激は主として陰性の場の電位を誘発し, その上に単一放電の重畳するのがみられた. 単一放電の上昇脚にはシナプス電位(S電位)が観察され, その振巾は外液中のCa濃度低下, Mg濃度増加により減少した. 視索を2度刺激すると, 第2の反応は数百ミリ秒の刺激間隔にわたって抑制をうけた. その抑制は低Ca, 高Mg濃度の液中では著明ではなかった. セロトニンは, 場の電位, 視索刺激に対する単一放電, およびS電位を抑制したが, 興奮性アミノ酸による放電は抑制しなかった. 条件刺激による試験S電位の抑制は, セロトニンの存在下では著明に認められなかった. 以上の結果から, セロトニンの外側膝状体における抑制作用は, 視索線維終末からの伝達物質の遊離抑制によると考えられる.

#### 105. 眼球運動時のネコ上丘のシナプス伝達. 林 泰正, 永田 徹(阪大, 医, 高次研生理)

Influence of eye movements (EMs) on synaptic transmission in the superior colliculus (SC) were studied in conscious cats with chronically implanted electrodes. Excitability of SC neurons

was assessed by recording SC responses to stimulation of the optic chiasm. The responses were compared between the moving and quiescent states of eyes in light and in complete dark.

In light the presynaptic component (T) and the earliest postsynaptic component ( $C_1$ ) of SC response were suppressed by EMs. Similar suppressions of T and  $C_1$  were seen when visual stimuli were moved with speeds comparable to those of saccadic EMs while the eyes were quiescent. The EM-induced suppression of T and  $C_1$ , therefore, may be taken as a physiological correlate of saccadic suppression.

The second and third postsynaptic components ( $C_2$  and  $C_3$ ) of the SC response were enhanced by EMs. This was seen in light as well as in dark. It was not seen by moving visual stimuli before the quiescent eyes. That in SC some changes of evoked potentials occur independent of external visual conditions suggests that SC is a target of corollary discharges informing of occurrence of EMs.

#### 106. ネコ視覚領 (17野) ニューロンの受容域. 梶 真寿, 浜田隆史, 杉江 昇 (電子技術総合研)

ネコの大脳視覚領の単純形ニューロンの興奮と抑制の応答を, スリット光点滅の条件刺激 (CS) により放電頻度を上昇させ, 試験刺激 (TS) として受容域 (RF) の種々の部位にスリット光を点滅させる方法で調べた. CS と TS の位置を変えることにより点滅に対する応答の時間空間パターンを得た. 応答の時間パターンは例えば RF の ON 側では ON の後 2~3 bin (10 msec/bin) の遅れで興奮の立上り, 3~5 bin で最大, 5~8 bin で抑制の最大, ついで回復. OFF の後は興奮と抑制が裏返してほぼ同様な時間経過をたどる. RF の OFF 側でも同様である. 空間パターンでも RF の同側では ON 応答, OFF 応答は相対的大きさ, 広がり裏返して良く似ている. 以上の結果から次のようなモデルが考えられる. 単純形 RF の ON 側に RF を持つ外側膝状体ニューロンに ON 中心形も OFF 中心形もあり, ON 中心形か

らは直接興奮性入力, OFF 中心形からは符号反転器 (inverter) の作用を持つ介在ニューロンを経て抑制入力があり, OFF 側では逆の関係になっている. これらの入力为非線形的に加算された結果が出力の応答として観測される.

#### 107. ネコ18野の明順応放電部位における受容野の性質. 山根 茂, 杉江 昇, 二唐東朔\* (電子技術総合研・岩手医大, 医, 第一生理\*)

光の明端, 暗端およびスリット光を眼前のスクリーンに投射して, ネコ眼を刺激し, 視覚領18野内の明順応放電部位に存在する単一細胞の受容野の応答の特性を調査した. 左の大脳で記録された受容野の視野における分布位置はスクリーンに求められた網膜中心領から視覚にして15度右側, 20度下方を中心に半径約10度の範囲にあり, それらの面積は10~50平方度を示すものが多い. 受容野の最適応答速度の上限と下限はそれぞれ1,000度/秒と1.5度/秒であったが, 検索された細胞の約60%は10~100度/秒の範囲に含まれた. 背景光の点滅に反応する細胞は127個中29個に見られ, その内訳は単純型が7個, 複雑型が17個, 超複雑型が1個, 受容野軸を有しない型が4個に分類された. 上記の単純型のうち3個のみに背景光の照射期間中, 持続放電が見られた. さらにこの3個の細胞の受容野内のONの全領域を持続光で刺激すると, 光持続期間中放電の頻度が著明に増大かつ持続した. 他方, 受容野のON領域の持続刺激に対してのみ, このように持続放電を示す細胞は, 背景光の点滅に反応しない34個の単純型細胞のうち3個にもみられた. したがって, 単純型細胞の少数が持続光の検出に関与し, さらにその内極少数の細胞が背景光の検出にも関与していると推定される.

#### 108. 不連続光の臨界融合時における非恒常性について. 附田 恵 (東大, 医, 看護学校)

フリッカーの閾値は一定の状態のもとでもかなりの動揺を示し, 色や明るさも変るが, 微細な変動も認められることを観察した.

方法: 廻転板の一定半径上に扇形の孔を5個あけるが, その間隔は刺激時間  $t_1$  と無刺激時間  $t_2$  の割合を20:1から1:1, 1:143にいたる種々のものをつくり, これを光源の前でスリット

を通して眺める。等エネルギーの赤橙緑青白の各単色光を網膜の 0.5°, 3°, 6°, 20° の部位で受容し、左片眼耳側を用い、完全暗順応で疲労していない状態で行った。

成績：臨界融合時における  $t_1$  と  $t_2$  の関係をグラフに表わすと、受容部位や色光にかかわらず、大体において双極線の様相を示し、 $t_1$  の一定のところと比べると、 $t_2$  の値は青が最小、緑橙赤の順に大となり、白は平均に近かった。中心視における青の最大  $t_2$  はほぼ一定の値 0.06秒でいどで、赤のそれは青のおよそ 2倍であった。臨界融合時の動揺は  $t_2$  が  $t_1$  に比して大なる場合に起り易く、 $t_2$  の 0.06秒～0.04秒でいどにおいて特に著しかった。これらの動揺には、1) 時間のみならず、色や明るさの変るものと、2) 指標の中で濃さの動きがあって、この場合は時間の変動はなく、線毛運動を想起させるような 0.1秒でいどのものであるが、これが見難くなったり、時に消失したりすることが認められた。

上記の現象は中心部で赤を、周辺 20° 付近で青を受容しているという既報の二元説と直接に結びつかないので、さらに研究を必要とする。

109. 反転図形の刺激による誘発電位の振幅について。辰濃治郎 (千葉大, 医, 第一生理)

110. マムシ類の視蓋の **topographic repre-**

## 9. 聴

111. カエル有毛細胞と聴神経の応答について。大山 浩, 須貝外喜夫 (金沢医大, 第一生理)

哺乳類の蝸牛に相当するカエルの基底乳頭は mediolateral に長径をもつ楕円状の軟骨環の内側 medial より半周到数十個の有毛細胞が配列している。その感覚毛は集合して、薄い tectorial membrane TM を作り、環の半分に半月状に張られており、環の壁を通して観察できる。

ウシガエルの耳囊を開き球形囊外壁に圧着した駆動装置で音刺激を与え、ストロボスコープ照明により (TM) 振動の観察を試みた。500 Hz で TM 基部に僅かに振動が見られる。600～1800 Hz では、anterior の半径側に始まる進行波が、基部を越えて posterior に廻り込むように見える。さら

sentation. 寺嶋真一, 五里主リチャード (東京医歯大, 医, 第一生理)

In previous investigations we verified the existance of infrared single unit response in the pit viper tectum opticum. We have now found that the mass response of this modality, has topical organization in the tectum. When an electrode is moved from caudal to rostral on the tectum, the infrared receptive field of the units recorded also shifts from caudal to rostral, and vice versa. When the electrode is moved medially on the tectum, the receptive field moves upward, and when the electrode is moved laterally the response field shifts downward.

We also found the same kind of topical organization in the pit viper's visual system. This has also been demonstrated in other species of vertebrates by other workers. In the pit viper, the visual mass response has a receptive angle of 10°, and was recorded mainly from the tectal surface. In contrast, the infrared mass response has a receptive angle of 60° and is recorded mainly about 200  $\mu$  below the surface. At this depth there is no reaction between single visual and infrared units.

## 覚 (111—116)

に 2,000 Hz では再び基部だけに振動が見られた。これは Van Bergeijk の模型実験の結果とはかなり異なり、真に基底膜の振動を見ているかについては、なお確信はもてない。しかし模型実験に見られたような局所的な進行波の振巾が 10  $\mu$  にも達すればこれを見落していることはないと思われる。

単一神経の閾値は 60 db 以上の巾があり、閾値の最も高い神経の 30 db 以上高い刺激まで駆動装置は直線的に働いていると推測できる証拠がある。結局、最も閾値の低い神経は、振動観察の 90 db 以下の刺激、したがって有毛細胞の 3 Å 以下の動きに応答することになる。

112. 伝達物質の多部位放出モデル. 古河太郎, 松裏修四\*(東京医歯大, 医, 第一生理・大阪市大, 医, 第一生理\*)

内耳や側線器の有毛細胞と求心線維との間のシナプス, あるいは網膜の諸細胞間にみられるシナプスでは前細胞側に球状あるいはリボン状の小体が存し, それをシナプス小胞がとりかこむ形となり, そのようなものが同一後細胞に対する接合部に数個以上存する. 演者らはこの微細構造上の知見を従来から行っているキンギョ小囊の有毛細胞-第8神経線維間の興奮伝達についての知見と組合せ, 同一感覚細胞内に複数個存している伝達物質放出部位は必ずしも一斉に動作するのではなく, 加えられる刺激が弱いときにはそのうち感度のよいものだけが(全か無かの法則にしたがう形で)放出に参加し, 刺激が強まると共により多数の部位より放出がおこるのではないかと考えた. この多部位放出モデルは演者らのキンギョ内耳についての実験結果を説明するのに甚だ好都合なもので, 直接の証明はないが, Gradedな活動を本旨とする感覚細胞からの伝達物質の放出に関しある程度一般的にあてはまるのではないかと想像される.

113. 聴ニューロン応答野と刺激法の関係. 谷口郁雄, 村田計一, 片山芳文, 橋本 享\*(東京医歯大, 難研神経生理・東京医歯大, 医用研制御\*)

The sharpness of the tuning curves of single units in the auditory nerve differs among various repoters. This might be originated from different stimulating procedures. We used two kinds of stimuli, tone burst and sweep-frequency stimuli, and measured discharge rates of auditory nerve fibers of cats as a function of frequency. Discharge rates to the sweep-frequency were obviously lower than those to the tone burst and the response area determined at a certain level above the threshold tended to be narrower. The sustained stimulation by sweep-frequency suppressed the neural activity within the response area. Even the stimulation by tone burst could make the tuning curves sharper if the repetition rate of stimulus is high. The shape of response area would depend

on, at least, whether the stationary state or the transitional state of the nerve response.

114. 聴ニューロンのチューニング特性と基底膜振動. 橋本 享, 村田計一\*, 片山芳文\*, 谷口郁雄\*(東京医歯大, 医用研制御・東京医歯大, 難研神経生理\*)

In response to a sharp click a single unit of the auditory nerve, which is sharply tuned to the characteristic frequency of mid or low frequency range, tends to fire repetitively with a preferred time interval, as if stimulated by a poorly damped resonator tuned to its CF. The authors suggested that this phenomenon was reasonably accounted for by the frequency response, the frequency-threshold curve or the so-called tuning curve, of the unit. The discrepancy between the mechanical resonance of the basilar membrane and the sharply tuned neural response was interpreted to be caused by the exponential delay of the travelling wave and the spatial interaction between the travelling basilar vibration and spirally distributed receptors along the basilar membrane. The mechanical and neural cochlear organization was an origin of the sharp tuning filter.

115. 刺激音の時間的構造と聴ニューロンの発火確率の分布. 片山芳文, 村田計一, 谷口郁雄, 橋本 享\*(東京医歯大, 難研神経生理・東京医歯大, 医用研制御\*)

When primary auditory units of cats, rabbits, and bullfrogs, responded to some Japanese vowels, their discharge activity was almost synchronized with vowels' pitch irrespective of their CF's. As known from a series of running sound spectrums, phonemes were essentially transient and waveform of vowels during one pitch was composed of various frequency components. The sensitivity of units to phoneme was determined by the relation of their response area to phoneme spectrum distribution. Therefore, some of the components during one pitch correlate with the response area of a responsive

unit and this situation is repeated by every pitch, in order that pitch-synchronized discharge pattern might be produced. This supposition was assured by filtered vowels and simulated ones of combination tones. Accordingly, the time structure of stimulus sound, i. e. the temporal change in its frequency distribution, was reflected in the firing pattern of units.

#### 116. ネコの大脳皮質聴領の神経機構. 野本昌弘 (独協医大, 第二生理)

Single units of the primary auditory cortex of unanesthetized cats could be classified into two groups i. e. simple and complex cells. The simple cells responded to the acoustic stimuli with relatively simple temporal patterns as of the pure tones, white noise bursts and clicks. Frequency modulated sounds (FM) were also effective stimuli to the simple cells. The re-

sponses to FM bursts were often masked by the rebound inhibition following on-responses but prefixing a pure tone to the FM revealed the masked responses because this inhibition disappeared by the long lasting pure tone. FM sensitive units were divided into three types according to their response patterns. The first of these types showed sustained responses. The second was characterized by a relatively monotonous peak distribution on the PST histograms. The third showed a sharp multipeak distribution which suggests the convergence of narrowly tuned neurons at the lower auditory systems. The evidence of mutual inhibition was accumulated from analyses of those peaks. In the complex units, temporal aspects of stimuli i. e. a special sequential structure of FM, non-monotonous transient changes of sounds and hystereses etc. were particularly important in eliciting their responses.

## 10. その他の感覚 (117—131)

#### 117. カエル筋紡錘における abortive spike の起源. 伊藤文雄, 黒田英世, 金森憲雄, 黒田律 (愛知学院大, 歯, 生理)

カエル縫工筋内の単純型筋紡錘の感覚神経末端からパラフィン隔絶法で記録される abortive spike (AS) の振幅は伝播性スパイク (PS) の約  $1/10 \sim 1/5$  である。しかるに、錘内筋線維の表面からパラフィン隔絶法で記録すると、PS の  $1/3 \sim 1/2$  の振幅の AS が記録される。また錘内筋線維の感受帯部に細胞内電極を刺入して自発性感覚神経活動を記録すると、PS の  $1/2 \sim 2/3$  の振幅の AS が記録される。これらの結果は AS が錘内筋線維との接合部に近い所で発生していることを示唆している。微小電極を感覚神経有髄末端 (特に 1 本枝の末端) の表面に置いて、持続 0.05 msec の陰性パルスを 2 nA 通電すると PS が起り、さらに電流量を増しても AS は出ない。しかし、そこから錘内筋線維の長軸に沿って両側に  $20 \sim 100 \mu$  の範囲で細胞外通電刺激をすると、 $3 \sim 6$  nA で先ず AS が発生し、その上にしばしば PS が乗る。錘内筋線維の細胞内電極を通じて  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$

の注入を試みたが著変はなく、むしろ脱分極性の通電効果として、AS が PS に変換されている。以上の結果と電顕所見から、無髄神経線維が多数に分枝し、錘内筋線維内に陥入する分枝部で、その枝の末端から伝播してきたインパルスが中断することにより AS が発生するものと推定した。

#### 118. カエル筋紡錘の応答に対する conditioning stretch の影響. 米田継武, 石田絢子 (順天堂大, 体育, 生理)

筋紡錘は stretch と  $\gamma$ -fiber を介しての錘内筋線維の収縮で impulse を発生する。生体中ではこの二つの刺激形態が重り合ってあらわれると考えられる。つまり錘内筋線維収縮が続くときに stretch が加えられる 2 段の形である。逆に考えると一定の test stretch の前にそれ以下の大きさの stretch で conditioning することでこの状況を想定できる。2 段の stretch は、2 台の pulse generator を用いて pulse A, pulse B ( $A < B$ ) の二つを合成し DC-amp を介して pen-galv. の動きでえた。本方法では、pulse B の遅延時間を変

えることでconditioning時間を規定できる。カエル縫工筋のnerve branchを注意深くカットして、双極の銀塩化銀電極で導出するimpulseをunitでえて上記の方法によるstretchを適用した。今回はconditioningなしのtest stretch中のimpulse frequencyをcontrolとし、様々なtimingのconditioning stretchをおいたのちのtest stretch中のfrequencyとの比較をresting length, 28~30 mm 縫工筋でtest stretch 3 mm, conditioning stretch 2 mmで行なった。その結果、conditioning time 50, 100, 200, 300 msecとするにつれdynamic, static phase共に、頻度が低下し、control値と差がみられた。また、500 msec以上ではdecay curveはほぼ一致する。またcontrolに比しconditionした場合急激に低下する(pause)。このときのpassive tensionの記録からpeaktensionおよびdecay curveはcontrolおよび短いconditioningほど高く頻度の結果とparallelであるがpauseを説明しない。この点については単一筋紡錘による検討が必要である。

**119. 筋紡錘における2種のスパイクの発生について。**伊藤嘉房, 伊藤文雄\*(名大, 医, 第二生理・愛知学院大, 歯, 生理\*)

カエル筋紡錘求心線維末端において、伝導性スパイクと局在性小スパイクの2種のスパイクが観察される。われわれは、i) 後者の成熟形が前者であり、ii) 後者を発生する場所の数は複数であると考えてきた。その根拠の一つは伝導性スパイクの発生に到る時系列と小スパイクの発生に到る時系列を区別することができないことであり、他はi)とii)を前提として、両スパイクの混合列の性質がよく説明されることである。

今回は小スパイクが伝導性スパイクに成熟する条件を調べる目的で、混合列の統計的性質を種々の方法で解析し、二つのことに気付いた。すなわち、1) 小スパイクに小スパイクが連続するintervalのうち比較的短いもの(5~10 msec以内)が実験において理論の予測よりも尠いこと、および、2) 伝導性スパイクのあと後過分極が有効に残存している70 msec以内に発生する小スパイクには、それ以降のものに較べて、振幅の大きいものが数多くみられることである。1)は小スパイクの加算が伝導性スパイクの発生をもたらす

こと、2)は、本来は伝導性スパイクに成熟するはずの振幅の比較的大きい小スパイクに過分極が加算すると未成熟に終ることがあることを意味すると思われる。

**120. ヘビ筋紡錘単一錘内筋線維の性質(第2報)。**一木正則(大阪医大, 第一生理)

ヘビの筋紡錘錘内筋線維(I.F.)への運動神経支配について、Acetylcholinesterase染色法とBielshowsky渡銀法でもって調べてみた。Acetylcholinesterase染色法により、I.F.上のmotor terminalの位置の、その感覚性神経部分(sensory region, S.R.)との関係について調べて見ると、S.R.の全筋上の位置の多様性(特にtonic spindleについて)にもかかわらず、S.R.中心型の分布を示す。

これらterminalへの神経支配様式を渡銀法で調べて見ると、錘外筋線維(E.F.)への神経(直径約4.2 $\mu$ m, plate endingを持つもの、3.8 $\mu$ m, grape endingを持つものの2種)分枝が、各々I.F.上にterminalを作っているのが認められる。これは、哺乳類筋紡錘で、そのI.F.の種類を問わず、2種のmotor terminalが存在するという、Baker, D.等の報告と対をなす例と考えられる。

ただし、そのterminal typeとS.R.とが一定の位置関係にあるとする点に関しては、この例においては認められなかった。E.F.の収縮様式として三つの様式(contraction timeが約45 msecのfast twitch, 同じく75 msecのslow twitch, 約200 msecのtonic contraction)があるが、I.F.刺激により求心性放電の見られるtonic spindleでのその時間経過より推測されるcontraction timeは約25 msecで、E.F.のもつどの収縮様式とも一致しない。

**121. 筋から細径神経で伝えられる受容器の性質について。**熊沢孝朗, 水村和枝(名大, 医, 第一生理)

サル、イヌを用い、内側腓腹筋からの求心神経単一ユニット放電記録により、C線維およびA- $\delta$ 線維で伝えられる受容器の性質を観察した。刺激としては、機械的刺激、侵害的熱刺激を含む温度刺激NaCl, Na-citrate, bradykinin, acetylcholine,

histamine, xylo 等の溶液を膝窩動脈の枝から動注, および受容野局所投与を用いた。筋表面で見出された受容野の大部分は一点であるが, 径 5 mm 以内に 2~3 点状分布するものもあった。熱刺激に対して 36°C 位から応ずるユニットもあったが, 大部分は 45°C 前後の閾値をもつ。くり返し熱刺激により, 約 70% は sensitization を示した。熱刺激に反応し, 25°C 以下の冷刺激を試みた 6 ケのうち, 1 ケで強度の冷反応が認められた。熱刺激に応ずるユニットのすべては, 一つまたは複数の化学的刺激に反応した。NaCl はその大部分のユニットの興奮をおこしたが, この種の受容器に対し, NaCl を含め化学的刺激が非特異的に反応をおこすということはなかった。Bradykinin, histamine のくり返し投与により, tachyphylaxis の現象が認められた。

**122. エンマコオロギでの関節受容器求心性インパルス.** 東条吉邦, 藍 尚礼 (東京学芸大, 生物生理)

エンマコオロギ第 3 歩脚, 腿節 (F)・脛節 (T) の関節部では, F 内側の気管に沿って走る関節受容の神経があり, 末梢部は F と T の接合点に近い部位の F 側に終わっている。F-T に与える角度刺激を 78°~165° の間で段階的に変化させると, 神経の外部誘導で, 求心性情報に phasic と tonic のインパルスの混在した応答がみられる (0.5~200 Hz)。十分に順応したインパルスについて, その発現頻度, インパルス間隔, 統計的に計測したインパルス間隔の標準偏差を, それぞれ刺激角に対して変数として考えてみると, 刺激角の増大に伴って, インパルス頻度は増大し, インパルスの時間間隔は短縮してくる。ところがこのとき, インパルス時間間隔のバラツキを標準偏差の値の動き方でしらべると, インパルス間隔の減少以上にその標準偏差の減少が大きく, 頻度増大に伴うインパルス間隔の値の変動が極めて小さいものになることを知った。この事実は, 刺激角に対する神経情報の確からしさを示しているから, このことから, 与えた角度変化を, どれくらい詳しく読んでいるのかを末梢のレベルで考える手がかりと見ることができる。計測された結果を検討してみたところ, 最少角度 4° までこの関節受容器は読んでいるのではないと思われる。

**123. ザリガニ第 2 触角における機械刺激の受容.** 秩父志行 (近畿大, 医, 第一生理)

アメリカザリガニの第 2 触角は, 第 1 触角よりも著しく長大であり, また原節の部分より末梢はよく運動する。鞭状部の各節には第 1 触角同様, S, L, F 各型の機械刺激受容感覚毛が存在し, 殊に F 型が多くみられる。外見上 F 型の毛がすべて機械刺激の受容を行なっているかどうかは不明である。

第 2 触角にある L 型感覚毛の機械刺激に対する閾値を, 求心性インパルスの発生する値でみると, 一般に第 2 触角の方の閾値が大きい。S 型感覚毛についても同様の結果がえられている。F 型では不明である。

矩形波機械刺激に対するインパルス応答の順応しやすさは, 第 1 触角の方が, 第 2 触角のものよりも一般に大きい。

また, 第 2 触角の切除はザリガニの水流方向に対する反応のしかたを変えない。

これらより, 第 2 触角の機能はレオトロピズムではなく, 接触により機械刺激の受容と考えられる。

**124. 皮膚の自由神経終末より導出される起動電位について.** 宗像昭夫, 坂田三弥 (東京歯大, 生理)

カエルの脛骨神経外側足背皮神経より単一神経線維を分離して, 皮膚に動き刺激を負荷すると, 速順応性ないしは遅順応性の求心性インパルスを導出することができる。カエルの皮膚における受容器は, すべて自由神経終末であるから (Whitaker, 1955), 上記した速順応性ないし遅順応性のインパルスは, 自由神経終末に発生するパチニ小体ならびに筋紡錘と類似した起動電位によってそれぞれ発生させられたものと考えられる。しかし, 導出方法の困難さ等の理由から, 皮膚における動き受容器の起動電位にかんする報告は見あたらない。

そこで, トノサマガエルの第 2 趾の皮膚の一部に脛骨神経外側足背皮神経をつけた試料を作製し, 皮膚に負荷した動き刺激によって発生する起動電位ならびに求心性インパルスを air gap 法により導出することを試みた。圧刺激 (持続時間: 50 ms) の負荷時に導出された起動電位の持続時間

は 29.0~34.5 ms で、頂点までの時間は 3.4~7.5 ms であった。

### 125. 顔面骨骨膜における自由神経終末の圧刺激にたいする相動性応答. 坂田三弥, 岡本日出夫 (東京歯大, 生理)

ネコの顔面骨骨膜には、機械刺激に低閾値を持った自由神経終末がある。これらの終末は、顔面皮膚の圧刺激・咀嚼筋ならびに表情筋の伸展等によって興奮し、顔面の深部感覚を発現させるものと考えられる。

そこで、ネコのオトガイ孔後方骨膜に、各種偏位速度の圧刺激を与えて、臨界偏位速度・偏位速度とインパルス頻度・偏位速度と反応時間等の関係について検討した。

実験には、自由神経終末のみを有するオトガイ孔後方骨膜-骨膜神経を用いた。刺激棒 (尖端直径 0.3 mm) の偏位速度は 0.05~100  $\mu$ /ms, 最大振幅は 104  $\mu$  である。骨膜表面にたいする刺激棒の方向は、垂直方向、室温は 30~35°C であり、感覚単位は主として速順応性のものである。

実験結果は次のごとくである。1) 偏位の閾値における速順応性自由神経終末 115 単位の臨界偏位速度は 1.0~81.0  $\mu$ /ms であり、閾値の減少するにつれて小となる傾向を有した。2) インパルス頻度と偏位速度ならびに反応時間と偏位速度との関係は、両者ともべき関数にしたがうものであった。

### 126. 皮膚の赤外線受容に関する研究. 花岡利昌 (奈良女子大, 家, 生活環境)

赤外線の温熱効果については皮膚の分光透過率よりみて 1.4  $\mu$  あたりまでの波長のものが温熱効果が大きいとされてきた。しかし近年開発された低温面暖房装置の放射面温度は 80~90°C であり、Wien の変法則よりすれば 90°C 以下では主波長 8  $\mu$  あたり、かつ 1.4  $\mu$  附近の近赤外線の強度は非常に小さい。それにもかかわらず皮膚に穏かな温感を与えているのは、遠赤外線にも温感を与える効果があるものと考えられるので、長波長域の赤外線について、2, 3 の実験をこころてみた。なお皮膚へ照射されるエネルギー量は熱源からの放射量と、それ以外の空間からの全放射量の差によって決まるものと考え、示差輻射計を用いて測

定した。

まずオイルパネルヒーターの表面温度を 80, 65, 50, 42°C とそれぞれ変えることにより、長波長赤外線を得、これを頬と手掌 (面積約 8,300 mm<sup>2</sup>,  $\phi$  100 mm ほど) に照射して、それぞれ、0.04~0.06 および 0.06~0.08 cal/cm<sup>2</sup> min のいき値をえた。次に干渉フィルターにより主波長、3.5, 5, 6.3, 7, 9, 11  $\mu$  の赤外線をとりだし頬上部 (面積約 50 mm<sup>2</sup>,  $\phi$  20 mm) に照射してそのいき値をみたところ、6  $\mu$  付近においてとくにいき値が上昇すること、11  $\mu$  付近の遠赤外域も感受することがわかった。なお照射面積が 50 mm<sup>2</sup> とせまい場合のいき値は 0.2~0.28 cal/cm<sup>2</sup> min であり、さきの 8,300 mm<sup>2</sup> と広い場合が低いのは、刺激を受容する面積が広い場合 summation 効果を生じたためと考えられる。

### 127. 硬骨魚の電気受容器における求心性シナプス伝達について. 樋口孝城, 梅北峻一, 小原昭作 (帝京大, 医, 第一生理)

Afferent synaptic transmission in ampullae of Lorenzini was proved to be modified by variation in extra-ampulla medium. Effect of chemicals was tested by observing single afferent unit and ampulla potential simultaneously in isolated preparation. Presynaptic potential of sensory epithelium was held constant by intentionally short-circuiting the ampulla. The resting discharge rate (c. 30/sec) was not affected by GABA ( $5 \times 10^{-3}$  M), glycine ( $5 \times 10^{-3}$  M), Ach ( $5 \times 10^{-3}$  M) and Physalaemin ( $10^{-6}$  M). Reversible facilitation was, however, observed invariably by L-glutamate (GL) of  $10^{-9}$ ~ $10^{-6}$  M. In dose response relation afferent discharge rate rose steeply around  $10^{-7}$ ~ $10^{-6}$  M up to 300/sec before saturation. Hyperpolarizing the ampulla sufficiently to suppress the resting afferent discharge in control saline was no longer effective. Within moderate range effects of GL and of electrical stimuli to the ampulla appeared additive. These data suggest that the effects of GL are postsynaptic, e. g. on the afferent terminal. D-glutamate and L-aspartate showed similar facilitatory effect, but at con-

siderably higher concentration.

**128. 頸動脈小体化学受容器に対する 5-hydroxytryptamine の作用.** 西 勝英 (熊本大, 医, 第二薬理)

**129. 胃の知覚神経, 特に迷走神経について.** 山田 守, 岩井宣健, 笠木 健, 笠木はるみ (鳥取大, 医, 第一生理)

胃の求心性神経支配につき, 前田はイヌ胃に種々の刺激を与え, 腹部迷走神経は無髄のC線維より成り, 内臓感覚を伝え, 内臓神経は無髄のC線維と有髄のB線維より成り, 疼痛を伝えることを報告した。今回, 胃の知覚線維のうち迷走神経を通るものにつき, その機能と形態との相関関係を検するため, イヌ胃に冷および拡張刺激を与えスパイク出現をみた線維を組織学的に電顕にて有髄と無髄の比率を求めた。

冷刺激に応ずる線維群では無髄線維の比率が高く, 有髄と無髄の比率が約1:8~10であり, 無髄線維が胃の知覚神経として作用することが推測できるが, 冷刺激に特有のものかどうかは不明である。拡張刺激の場合は何とも言えなかったが, 肺からの線維では有髄と無髄の比率が約1:2であり, 肺からの求心性衝動は有髄線維を通るであろうことが推測できた。

**130. 迷走神経肝臓枝中の求心ユニットについて.** 足立 明 (新潟大, 医, 第一生理)

1. A thermosensitive afferent unit in the hepatic branch of vagal nerve was analysed further under artificial perfusion of the isolated liver. Nineteen functional single units out of 57 increased in discharge rate during the thermal stimulation of liver. They are highly sensitive to warming and Q<sub>10</sub> lies between 6 and 16. Other units such as a glucosensitive or osmosensitive one failed in response to warming the liver.

2. Perfusion with Ringer solution might causes the liver to be edematous, because of lack of colloid osmotic pressure. Then, activity of the afferent nerve would be affected more or less by this artificial conditions. For the

purpose to examine this injurious effect, an isolated liver was perfused with blood supported by a rabbit and the response was compared with that obtained under perfusion with Ringer solution. However, no significant difference were noted, except the former was more sensitive to various stimulations than the latter.

3. A response to 2-DG of a glucosensitive afferent unit was observed. Effect of 2-DG was characterized by a transient decrease of discharge rate during the application followed by a long lasting inhibition after that. 2-DG behaves like glucose initially, but its toxic effect seems to exert the long inhibition later.

**131. 三叉神経脊髄路核尾側核への痛覚投射.** 横田敏勝 (北大, 歯, 口腔生理)

An attempt has been made to record single unit discharges in the nucleus caudalis of the spinal trigeminal complex elicited by electric stimulation of the canine pulp. Experiments were carried out in urethane-chloralose anesthetized cats. The location of the microelectrode tip was marked by electrophoretic injection of Fast Green FCF and was histologically identified.

The marginal zone of the nucleus caudalis contained neurons receiving excitatory input from the ipsilateral dental pulp. The latency measurement of the spike discharge suggested that some neurons were monosynaptically excited by this input. These neurons did not respond with spike discharges to tapping teeth or to non-noxious stimulation of either the face or the oral cavity. It was therefore suggested that these may be excited exclusively by painful stimulation.

Neurons excited by the dental pulp stimulation were also isolated in the bulbar lateral reticular formation which are ventromedially contiguous with the trigeminal nucleus caudalis. Some of them were also excited by tactile stimulation of either the face or the oral cavity. Therefore, neurons in this region are not

necessarily modality specific.

## 11. 化学受容 (132—148)

### 132. ヒキガエル嗅粘膜単一ユニットの二重刺激に対する応答. 飯島正治 (東北歯大, 生理)

ウレタン麻酔したヒキガエル嗅粘膜から, ガラス微小電極により単一ユニットの活動を誘導記録した. 短い間隔をおいた2発のパフ刺激, および15秒間の連続刺激に重複させた1発のパフ刺激に対する応答と, nアミルアセテート, イソアミルアセテートおよびリモネンの三臭の組み合わせについて実験を行なった. その結果同一臭を用いパフ刺激の間隔を変化させたところ11例中5例で, 後行刺激に対する応答が刺激間隔5秒で消失した. 異臭を用いたものでは22例中6例で同様な結果がえられた. また連続刺激に重複したパフ刺激に対する応答は, 異臭では連続刺激の濃度にかかわらず出現したのに対し, 同臭では高い濃度 ( $10^{-1}$ 以上) では消失した. これらから嗅細胞レベルにも選択疲労が存在すると考えられる. また同一ユニット, 同一刺激間隔で先行刺激に対し同程度の応答 (5~7c/s) がえられた例で, 後行刺激に対する応答が匂物質の組み合わせで大きく異なる結果が得られた. また同様な条件でイソアミルアセテートを先行させた場合, 後行のnアミルアセテートに対し, 対照の85%の応答を示したのに対し, 刺激順序を入りかえたところ37%の応答しか示さなかった. これらから, 先行刺激の影響は物質により異なり, 受容膜レベルでの作用が異なる可能性も考えられる.

### 133. 性誘引物質に対するヨトウガ嗅神経系の応答. 相原康二, 渋谷達明\* (東京教育大, 理, 動物生理・筑波大, 生物\*)

昆虫触角の嗅受容細胞における性誘引物質の生理学的機構はカイコなどですでに知られている. しかし嗅葉第2次ニューロンレベルでの機構についてはほとんど知られていない. 材料には昆虫のハスモンヨトウ (*spodoptera litura*) を用いた. この性誘引物質はフェロモンAおよびBの2種類がありすでに構造も決定されている. またそれに対する雄蛾の誘引行動も知られている. 材料の雄蛾は炭酸ガス麻酔後コルク台に固定し, 嗅葉

部を露出した. 微小電極を嗅葉部に刺入すると通常1~2mVの自発性ユニットインパルスがみられ, 同側触角のフェロモン刺激によってよく応答があらわれた. フェロモンA単独刺激ではインパルス頻度が上昇 (10/sec) したが, AおよびBの混合比を10:1にするとさらに頻度が上昇 (25/sec) した. しかしB単独では, 自発放電の抑制がみられた. これは雄蛾の誘引行動実験の結果とも一致する. またフェロモンによく応答を示すユニット匂刺激 (例えばレネモン) を与えると自発放電が抑制され, 一方匂刺激に応答を示すユニットはフェロモンに対して抑制が現われた. 以上のことから雄のハスモンヨトウでは, フェロモン受容および誘引行動に直接関与と思われるニューロンのグループが嗅葉レベルに存在している可能性が示唆される.

### 134. 匂刺激による僧帽細胞の応答に対する抑制. 渋谷達明, 相原康二\* (筑波大, 生物・東京教育大, 理, 動物生理\*)

一部の爬虫類 (ワニ, ヤモリ類) の嗅球内僧帽細胞は比較的大きい (長径25~30 $\mu$ ). 軽いウレタン麻酔後微小電極によって僧帽細胞からは自発性インパルス (2~8mV) が記録でき, 匂刺激にもよく応答する. 通常匂濃度の増加と共に頻度を増すが, 同時に高濃度ほど抑制現象が強く現われてくる. 一方匂刺激によって抑制のみが現われるユニットがあり, これも高濃度ほど顕著になる. これらの抑制はIPSPによることが細胞内誘導で明らかになった. 僧帽細胞相互間での抑制機構を調べるために2本の微小電極を同時に用いたが, 電極間が約500 $\mu$ の場合は相互の関係がはっきりしない. 約200 $\mu$ 以内に近づけると, 一方のユニットの活動によって他方の活動が抑制されるのがわかった. 比較的低濃度で顕著にみられた. この時どちらか一方が優位を示した. しかし高濃度になると優位を示すユニットがさらに別のユニットの影響をうけるようになるために前記の従であったユニットの活動は逆に増加した. 1個の僧帽細胞の直径は側枝を含めると数十 $\mu$ であるから,

少なくとも数個の細胞が一つのグループとなつて、その匂いに優位を示す僧帽細胞の匂情報を側抑制的機構によってより強調していることが推測される。

**135. コイ嗅索および嗅球の振動電位. 上田一夫, 佐藤真彦 (東大, 理, 動物)**

コイの嗅上皮を匂い液で灌流刺激すると、嗅索から主要周波数7~12 Hzの振動電位とその山に重畳するスパイクの律動的群発射が記録された。嗅索の起始部にテトロドトキシンを滴下すると、嗅索の振動電位およびスパイクの群発射は可逆的に消失するが、嗅球誘起脳波には変化がみられなかった。このことから嗅索の振動電位は嗅球誘起脳波が電気緊張的に伝わったものではないことがわかる。以上の実験結果から嗅索の振動電位は嗅索を構成している僧帽細胞の軸索からのスパイクが加算されたものと考えられる。

外側嗅索の2分枝から、あるいは外側および内側嗅索から同時記録した振動電位の周波数スペクトル(分解能: 0.1 Hz)を比較検討した結果、それらの主要周波数は完全に一致した。このことから、嗅球の大多数の僧帽細胞は同期的にしかも律動的にスパイク発射していることが推測される。さらに嗅索振動電位の周期と嗅球誘起脳波の周期は全く同一であった。このことから両者のリズムは同一のメカニズムによって形成されるものと推測される。

**136. ネコの前頭眼窩皮質における嗅覚応答野. 元木沢文昭 (群馬大, 医, 第二生理)**

Evoked responses to olfactory stimulation were recorded from the pial surfaces of the secondary olfactory area and the fronto-orbital cortex (FOC) in pre- or mid-pontine pre-trigeminal cats. Electrical stimulation of the lateral olfactory tract induced a biphasic negative-positive potential in the prepyriform cortex (PPF), a positive-negative potential in the gyrus orbitalis (ORB) and a monophasic positive potential in the gyri prorseus, coronalis, sigmoideus anterior and sigmoideus posterior. Latencies of these responses were nearly fixed at 3 msec in all recording sites. Recovery

characteristics to paired stimulation of the positive potentials of FOC were very similar to that of the negative wave of PPF and quite different from that of the negative component of ORB. Topical application of KCl to the surface of ORB reduced only the negative component, remaining the positive components intact. Furthermore the negative component of ORB reversed its polarity in the depth of the cortex, while the positive potentials of FOC unchanged throughout the cortical layer. These results indicate that the negative potential recorded in ORB originates at the cortex under the electrode, whereas the positive potentials of FOC represent the negative potential originating at PPF and conveyed to the electrode by electric spread. Thus the olfactory response field was delimited on the gyrus orbitalis.

**137. サル前頭葉, 梨状葉・扁桃核, 嗅球の単一細胞のニオイに対する応答の様式. 田辺晃久, 飯野昌枝, 大嶋由利子, 高木貞敬 (群馬大, 医, 第二生理)**

無麻酔のサルの前頭葉眼窩面外側尾部嗅覚領(COF)および嗅球(OB)の単一細胞の8種類のニオイに対する応答様式については前回報告した。今回は梨状葉・扁桃核(P-A)の単一細胞の8種類のニオイに対する応答を記録し、またCOFおよびOBの検索細胞数もふやした。P-Aの145個の細胞中1種類以上のニオイに反応した細胞は73個(50.3%)でありその中3種のニオイに応じた細胞が最も多く25個(34.3%), 次いで2種では14個(19.2%), 4種では13個(17.8%), 1種と6種ではそれぞれ9個(12.3%)ずつであり、また5種では2個(2.7%), 7種では1個(1.4%)であった。P-Aの73個の細胞を組織学的に検索し扁桃核、または梨状葉のどちらかのものとして認められたものは、それぞれ40個と18個であり残りのものはどちらのものか、判定困難であった。扁桃核および梨状葉とも3種のニオイに反応する細胞が最も多くそれぞれ30.0%, 33.3%でこれらの応答様式はP-Aの結果と大差なかった。以上よりCOFでは1種のニオイにのみ反応するspecialist的細胞が多いのに対してP-Aでは2種, 3種, 4種, 6種な

ど2種以上に応答する generalist 的細胞が大部分を占めた。したがって P-A の細胞の応答様式は COF と OB の間でむしろ OB に類似するものといえる。

### 138. 甘味受容体に対するタンパク質分解酵素の作用。日地康武 (宮崎医大, 生理)

これまでの研究から, ラット味細胞の甘味受容体は酸性糖タンパク質である可能性が高い。本研究では, 電気生理学的方法を用いて, ラット味覚受容器に対するタンパク質分解酵素の作用を追求した。

ニューラミダーゼを含む11種類のムコ多糖分解酵素の飽和溶液で 50°C で1時間以上ラット舌表面に与えたが, 4基本味液に対する味神経応答の大きさは処理前の大きさと変らなかった。また2%のパパイン, トリプシン, 酸性プロテアーゼ, および中性プロテアーゼなどのタンパク質分解酵素を 50°C で1時間以上, それぞれ舌表面に与えても4基本味液に対する味神経応答に変化はみられなかった。ところが, 2%プロナーゼ E (pH 7.0, 磷酸バッファー) か2%セミアルカリ・プロテアーゼ (pH 8.0, 磷酸バッファー) を 50°C で10~20分間舌表面に与えた後では, ショ糖に対する味神経応答は抑えられるが, 他の3基本味に対する応答の大きさは処理前のそれと変らなかった。さらに, 果糖, ブドウ糖, ソルビトール, サッカリン (0.005 M) に対する味神経応答も, ショ糖の場合と同じようにプロナーゼ処理によって消失するが, アラニン, グリニンに対する応答は残る。ところが, 酵素処理によって一旦消失した甘味に対する応答は, 処理後30~60分間舌を水洗することによって, 処理前の応答の大きさと同じまでに回復する。これら酵素の作用機序については現在検討中である。

### 139. ラット有郭乳頭味蕾に特異な蛋白の研究。上原政治 (帝京大, 医, 第二生理)

### 140. 香辛料に対するラット舌の粘膜受容体の応答。大国芳文, 板倉一民, 大久保信一 (衆議院, 歯, 附属生理研)

香辛料-ワサビ, ショウガ, トウガラシに対するラットの味覚受容器ならびに体性感覚受容体の

応答を, 鼓索神経ならびに舌神経からそれぞれ分離した単一感覚単位について検討し, 次の結果をえた。

1. 味覚受容器の応答. a) 3種の香辛料の応答パターンは互いに類似し, これらは塩酸ならびにキニーネのパターンとも類似性がみられた。しかし食塩のパターンとは全く相違した。b) 基本四味液の3~4種に感覚性を有する単位は, 香辛料に対しても応答しやすい傾向があり, 香辛料に反応する単位は, 3種香辛料すべてに反応するものが多かった。c) 基本四味液に反応せず, 香辛料に反応する単位を認めたが, 香辛料に特異的な単位の存在については, さらに検討の要があると考えられる。

2. 体性感覚受容器の応答. a) 香辛料に対し反応する機械受容器, 温度受容器は見出せなかった。b) 香辛料に対し反応する侵害受容器の存在することが認められた。その中では3種の香辛料すべてに反応するものが最も多かった。c) 侵害受容器のトウガラシ刺激後の侵害刺激に対する反応は, desensitize される傾向がみられた。

### 141. ウサギの水受容器の刺激受容機構。真貝富夫, 島田久八郎\* (秋田大, 医, 生理・新潟大, 歯, 生理\*)

ウサギの喉頭腔上部の水刺激により嚥下反射が誘起されること, またこの反射は上喉頭神経中に存在する水線維の興奮によることはすでに明らかにした。本実験ではこの水線維の興奮機序について研究した。上喉頭神経を分離し, 水刺激に応じるインパルスを記録した。水刺激により5秒間に300~400のインパルスが発生した。塩溶液の刺激では応答量は刺激液の陰イオンの種類と濃度に顕著に依存し,  $\text{Cl}^-$  の濃度増加に伴いインパルス数は減少し,  $\text{SO}_4^{2-}$  によっては逆に増加した。陰イオンの種類による効果は  $\text{NO}_3^- < \text{I}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{SCN}^-$  の順に強く抑制し,  $\text{BrO}_3^- < \text{F}^- < \text{IO}_3^- < \text{SO}_4^{2-}$  の順に興奮的であった。 $\text{Cl}^-$  と  $\text{SO}_4^{2-}$  の混合溶液の刺激では  $\text{SO}_4^{2-}$  の効果は  $\text{Cl}^-$  が低濃度の範囲では興奮的に働き, 50~60 mM では  $\text{SO}_4^{2-}$  の効果はほとんどみられず, 80~160 mM では逆に  $\text{Cl}^-$  の抑制効果を強めた。以上の結果より, 水応答は膜を透過しての  $\text{Cl}^-$  の流出によること, 陰イオンの抑制効果は陰イオンの流入によること,

また非透過性の  $\text{SO}_4^{2-}$  類似の陰イオンは透過しようイオンの透過性を変える働きをもっていると考えられた。

**142. カエル舌水受容器に対する  $\text{Ca}^{2+}$  イオン依存性 ATP アーゼ阻害剤の作用.** 野村浩道, 河野のり子 (松本歯大, 口腔生理)

Effects of some inhibitors for  $\text{Ca}^{2+}$ -dependent ATPase on the chemoreceptor response of frog's tongue were studied by using single fungiform papilla preparations dissected from the tongue. The chemoreceptor response was found to be inhibited by some  $\text{Ca}^{2+}$ -dependent ATPase inhibitors such as ruthenium red, quinacrine hydrochloride, 2, 4-dinitrophenol or ethacrynic acid. The concentrations of the inhibitors necessary 50% inhibition were approximately  $3 \times 10^{-6}$  M in ruthenium red,  $1 \times 10^{-5}$  M in quinacrine hydrochloride,  $2 \times 10^{-4}$  in 2, 4-dinitrophenol and  $1 \times 10^{-3}$  M in ethacrynic acid. A low concentration of mersalyl acid, however, did not inhibit the response.

When an ATP solution containing adequate concentrations of NaCl, Tris buffer, ouabain and  $\text{CaCl}_2$  was poured on the tongue surface, the ATP was hydrolysed. The ATP concentration hydrolysed in five application of 5 ml of a 2 mM ATP solution was between 0.8 and 4.1  $\mu\text{g}/\text{ml}$ .

**143. カエル舌水受容器の  $\text{Ca}^{2+}$  応答に対する  $\text{Na}^+$  および  $\text{Mg}^{2+}$  の競合的抑制.** 北田泰之, 島田久八郎, 亀田和夫 (新潟大, 歯, 口腔生理)

カエル舌水受容器の  $\text{Ca}^{2+}$  応答は前報のごとく  $\text{SO}_4^{2-}$  によって影響を受けない。そこで陽イオンの効果のみ調べるために陰イオンとして  $\text{SO}_4^{2-}$  を使用した。0.01 mM から 5 mM の  $\text{Ca}^{2+}$  刺激による30秒間の衝撃数を応答の大ききとすると、応答は  $[\text{Ca}]$  が高くなるとともに大きくなり 1 mM で飽和に達した。応答の大ききは受容部位 (X) と  $\text{Ca}^{2+}$  が結合してできる  $[\text{CaX}]$  に比例するとすれば、応答の逆数は  $[\text{Ca}]$  の逆数に比例することになる。実際  $\text{CaSO}_4$  刺激でえた結果は以上の仮定を満足する。結合における解離恒数は  $3.5 \times 10^{-5}$  M

であった。0.1 mM~1.0 mM の種々濃度の Ca に Na を加えると  $\text{Ca}^{2+}$  応答は  $[\text{Na}]$  が高くなるにつれ抑制が強くなった。応答の逆数と  $[\text{Ca}]$  の逆数は、直線関係を示し最大応答に収斂する。そして  $\text{Na}^+$  は  $\text{NaX}$  および  $\text{Na}_2\text{X}$  の形において  $\text{Ca}^{2+}$  と競合すると考えることができた。一方  $\text{Mg}^{2+}$  の作用は同じ解析により  $\text{MgX}$  の形で  $\text{Ca}^{2+}$  と競合しているものと推察できる。ところで  $\text{Mg}^{2+}$  は  $\text{MgX}_2$  を作ると考え  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{Mg}^{2+}$  の競合関係を解析すると実験値はほぼこの仮定と一致する。そこで  $\text{Mg}^{2+}$  は  $\text{MgX}_2$  の形においても  $\text{Ca}^{2+}$  と競合することが考えられる。

**144. カエル味細胞の受容器電位とその性質.** 赤池紀生, 佐藤昌康 (熊本大, 医, 第二生理)

ウシガエル舌先部の茸状乳頭に微小電極を刺入し、静止時と味溶液刺激時の味細胞の電位変化を記録した。同時に電流パルスで刺入電極より通電し、それによって起こる電気緊張電位を記録して、味細胞の膜抵抗を測定した。0.01 M 塩化ナトリウムに順応させた味細胞は約 -30 mV の静止電位を持ち、0.1 M 塩化ナトリウム、0.03 M 塩化カルシウム、0.001 N 塩酸、0.02 M 塩酸キニーネに反応して、約 20 mV の脱分極を示す。その多くの場合細胞実効抵抗の減少がみられるが、刺激の種類により差がある。そこで諸種の刺激液に順応した細胞に通電して IV 曲線を測定すると、その関係は広い範囲で直線となり、その傾斜より算出した実効抵抗よりえられる細胞膜コンダクタンスは塩化ナトリウムで 1.8 倍、塩化カルシウムと塩酸で約 1.3 倍と増大する。しかし塩酸キニーネでは 0.76 倍と減少する。ところで味細胞膜電位を通電により約 20 mV 変化させた時の膜コンダクタンスの増大は 1.2~1.4 倍となる。以上の事実から、塩化ナトリウムは膜の透過性を増加させ、塩化カルシウムと塩酸は膜の透過性にほとんど影響を与えず、塩酸キニーネは膜透過性を減少させると考えられる。TTX は味細胞電位に全く影響を与えないが、プロカインは用量に応じて味応答に伴う脱分極を抑制し、膜抵抗の増大を伴う。

**145. カエル舌における味細胞から味神経への伝達機構.** 森元克士, 佐藤昌康 (熊本大, 医, 第二生理)

カエル舌受容器における化学伝達物質を調べる目的で、舌血管を人工灌流し、灌流液中に種々の化学伝達物質とその関連物質とを混入し、その効果をみた。灌流することによって、舌咽神経の自発放電を増大させる効果は、Ach catecholamine (adrenaline, nor-adrenaline, dopamine), 5-HT のいずれにもみられた。Catecholamine の  $\alpha$  受容体に対する拮抗阻害剤である phentoramine には可逆的な味応答抑制効果を観察できたが、Ach の阻害剤である curare, atropine, 5-HT の阻害剤である phentormin による味応答抑制効果は不明確であった。また、catecholamine の放出剤である tyramine, 6-OH-DP を舌血管内に灌流することによって舌咽神経の放電頻度は増大した。一方、reseripne と  $\alpha$ -methyl-tyrosin で前処理したカエルの味応答は著明に抑制されるが、これは nor-adrenaline を舌血管内に灌流することによって回復することが観察された。以上の結果とごく最近 DeHan (73) によって発表された組織化学的結果とを合わせて考察すると、カエル舌における味細胞から味神経への化学伝達物質として最も可能性の高いものは nor-adrenaline であると思われる。

**146. 味の4種の性質に対するラット単一鼓索神経線維の反応パターン.** 市岡正道, 林 治秀 (東京医歯大, 歯, 生理)

目的: ラット鼓索神経線維集団のインパルス列に味の性質に対応するパターンがあるか否かを明らかにする。

方法: 1) 12匹の Wistar 系ラットから味受容器-味神経線維より成る総計 74 感覚単位を摘出し、刺激後 50 ms ごとのインパルス数を 500 ms にわたって数え、インパルスパターンを描いた。

2) 味物質としては4種の基本的性質の各々を代表する物質10種を選び、濃度は各物質について2~3段階とした。3) 刺激液は 1.15 ml/s の流量で 10s 作用させ、20s 脱イオン水で洗い 30s 休んだ。

結果: 次表に示すように4種の味の性質に対応するインパルスパターンには有意の差 ( $P < 0.01$ ) があるものがあることが認められた (数字は有意の差が認められるまでの刺激後の時間を ms であらわしたもの)。

	苦	酸	甘
塩	350	350	250
苦	/	—	—
酸	/	/	350

**147. ネクトルス側線器の化学受容.** 柳沢慧二, 浅沼 厚, 勝木保次 (鶴見大, 歯, 生理)

側線器の化学刺激受容の機構がどのようなものであるかを知るために、細胞内記録が可能である動物としてネクトルスを用いた。この側線器の受容細胞は長さ 100 ミクロン近くもある大型細胞である。細胞内電位は 30~60 mV 位であったが、1/4モル KCl・NaCl 溶液を与えると脱分極を示した。ブリッジ法により膜抵抗を調べると脱分極と一致して膜抵抗の減少が認められた。また受容器を等張食塩水に順応させておいてから蒸溜水を与えると過分極を示し膜抵抗は増大した。このような受容細胞の性質は味細胞において塩味刺激の際にみとめられる変化と類似している。パイドラーは味覚方程式と呼ばれる式を導き、この式が成立するときには味物質が味細胞の受容体に吸着することによって反応がおこるとした。側線器においてもこの式が KCl・NaCl の場合ともに成立した。以上の結果から、側線器における化学刺激受容機構は味細胞での塩味受容の機構ときわめて類似していると考えられる。記録した細胞の同定はナイアガラスカイクブルーを電気泳動法により細胞内に注入し組織学的検索を行なうことによった。

**148. 種々の重金属イオンに対する側線器の応答.** 中川啓子, 勝木保次 (鶴見大, 歯, 生理)

聴覚や味覚の刺激受容機構を考察にする当り、勝木、柳沢等は系統発生的見地から、魚類側線器の応答と比較するため、両棲類幼生動物、*rana catesbeina* のオタマジャクシの側線器における 1 価陽イオンに対する応答を調べたが、最近興奮性細胞膜において、タリウム Tl イオンが K イオンよりも強い影響をおよぼすことが報告されているので、この種イオンの側線器におよぼす影響をオタマジャクシ側線神経応答を記録することによって調べた。

幼若食用ガエルは2年間水中にあり、かつ大きさも手頃で、年間を通じて入手可能であることからこの種の実験に好適である。側線神経を露出し

て切断した末梢の端を細分し、単一応答をえられた後乾燥を防ぐと1時間以上にわたって記録が可能であった。

Tl イオンはK イオンに対し約10倍の濃度で応答を示した。Tl イオンに近い性質をもつといわれる Ag イオン (Ag, Tl 共に硝酸塩使用) では、

$10^{-5}$ ~ $10^{-6}$  mol 程度の濃度でも明かに応答を示し、K イオンの $10^{-4}$  mol 濃度が閾値を示すのに対し驚異的な作用である。

$Mg^{++}$ ,  $NH_4^+$ , Na-glutamate 等は Ag と K の間にあることが判明した。

## 12. 脳

**149. 眼瞼MVの性質.** 尾崎俊行, 工藤洋子, 佐々木大輔\* (弘前大, 医, 第一生理・弘前大, 医, 第一内科\*)

The microvibration (MV) of the left upper eyelid was recorded by means of a MV recording technique in normal adults with eyes closed. In addition to the lid MV, electromyogram of the orbicularis oculi muscles, apex-cardiogram and electroencephalogram were also traced simultaneously. The autocorrelogram of the lid MV and the power spectrum of the autocorrelogram were obtained by the digital real-time correlator and spectrum analyzer respectively. Immediately after lying in supine position, the autocorrelogram of the MV was recognized to damp rapidly. In the power spectrum of the autocorrelogram, dominant frequencies corresponded to the beta rhythms of the electroencephalogram. In sufficiently relaxed state, on the other hand, the autocorrelogram of the MV showed relatively slow damping. The frequencies of the power spectrum corresponded to the rhythms of the alpha waves, which are known to be those of the ballistocardiographic components of the thenar MV. From these results, it is likely that the lid MV of healthy awaked subjects with their eyes closed may contain muscular components due to increased muscle tonus of the orbicularis oculi muscles in addition to so-called ballistocardiographic components.

**150. ケタミンの脳波・血圧に対する影響について.** 相田純久 (新潟大, 脳研, 神経生理)

ケタミンは麻酔・鎮痛作用の他に、錘体外路症

## 波 (149—158)

状の発現・脳波でのスパイク放電誘発などが知られているが、ネコによる急性・慢性実験で、ケタミンの作用についてしらべた。

急性実験では、ケタミン投与直後から約30分間の大脳皮質脳波の同期化がおこり、約5分間おくられて脳幹部に連続性の $\alpha$ 波が出現した。ハロペリドールによっても大脳皮質の徐波化、脳幹部の連続性 $\alpha$ 波を認めた。慢性実験では、ケタミン投与直後より数分間スパイク放電を認め、次いで徐波の混入を大脳皮質で認めた。痛み刺激に対し約10分間の消失が見られ、約30分後までカタレブシー、筋強直振戦が見られ、運動失調はその後も見られた。他方、10分前の1-DOPAの処置によりケタミン投与後のスパイク放電は観察されたが、痛み刺激に対しては投与後30分間は反応せず、鎮痛作用の延長が見られ、錘体外路症状は見られなかった。またウレタン麻酔のネコで、ケタミン投与により約10%の血圧上昇が起り、ハロペリドール投与後ではケタミンにより約20%の血圧下降を認めた。これらより、ケタミンは脳内カテコラミン、特にドバミン代謝と関係があると推測される。

**151. 脳神経外科領域における視路障害と視覚性誘発電位 (VEPs) について.** 河村弘庸, 窪田 惺 (東京女子医大, 脳神経センター, 脳神経外科)

脳神経外科領域における視路障害患者32例を対象として、その障害部位を前視交叉部、視交叉、後視交叉部の三つに大別し、そのそれぞれの障害における VEP pattern の変化に検討を加え、視路障害の部位診断および予後判定に関し、VEP が臨床上有用であるかの問題にも言及したが、次の結論をえた。

1. 視路障害の障害部位と VEP pattern の間にはかなりの相関関係が認められた。したがって患者の訴えによる視力・視野検査が不可能な場合

でも VEP pattern の変化からその障害部位をある程度推測することができた。

2. 視路障害のうち、視交叉部障害の VEP pattern は、その視交叉を構成する視神経線維の走行の複雑さと傍鞍部腫瘍の発育伸展方向が様々であるため、視交叉部の障害もまた多様を極めるので、典型的な pattern ばかりでなく、多様な pattern を呈した。しかしながら、腫瘍などによる障害が単に視交叉部のみならず、前視交叉部または後視交叉部にも波及しているか否かは、VEP pattern の変化より推測できた。

3. 自覚的には視路障害が顕著であっても、VEP pattern が比較的良好と判断された例では予後もよく、VEP pattern の把握は予後判定に有用であった。

152. ヒト頭皮上光誘発電位の計測。鈴木宏哉、寿原健吉、鮫島宗弘、古田信子、昌本京子、尾崎久記、三浦良子、堅田明義\* (東京教育大、教、生理・東京学芸大、養護)

Considering various wave forms in human evoked potentials, statistical properties of the response was examined. Variability of the response was given by variance (or SD) of amplitude of the response and the magnitude of the response was expressed as accumulated value of square of the amplitude by a given time after stimulation. Both interval and intensity of flash light were varied. Responses were not clearly affected by preceding stimulus among various intervals except for the shortest one (one sec), the response at that interval being reduced and its variability being increased. In some cases, less value of SD than that of the background activity was obtained for those responses evoked in the occipital area at longer intervals. Variability of responses was the largest at the frontal area. Major changes of amplitude over 400 msec after stimulation occurred by about 200 msec in any stimulus intensity, only a little delayed in weaker stimulation. Linear relationships were observed between logarithm of the root of accumulated squares of amplitude by and after

150 msec from the onset of stimulation, but variations were more complicated before 150 msec, during which some components were augmented by a certain degree of intensity and then reduced in more stronger stimulation. Thus, another quantitative measurement was needed to estimate subtle changes in shorter periods of the response.

153. 視覚誘発脳波 (VEP) の周波数分布。野川徳二、片山尅行、田畑吉雄\*, 大塩達一郎\*\*, 川原琢治\*\*\* (野川病院・阪大、基礎工\*・京大、物理\*\*・京大、数理解析研\*\*\*)

閉眼安静状態のヒトの頭皮上における平均 VEP の周波数分布が、与える閃光刺激の相い続く刺激時間間隔に依存することを示した。周期的あるいは非周期的な時間間隔で光刺激 (ランダム刺激) を与え、結果を加算した場合の VEP の周波数分布をフーリエ変換 (FFT) で求め、刺激を加えない場合 (ダミー刺激) の加算脳波の周波数分布と比較した。周期的な時間間隔でダミー刺激を与えた場合、その加算結果の周波数分布には、刺激時間間隔に一致した周期と、その高調波成分が顕著に見られるが、非周期的な間隔では全般的に一律な周波数分布が得られた。このような差異は、最小刺激時間間隔が 300 msec 以上では明白に生じ平均 VEP を論ずる時に背景脳波と 10 Hz の影響を除去するには、非周期的時間間隔で刺激を与えて加算するのが望ましいことがわかった。また、非周期的刺激では得られる VEP の反応の主要成分が 3~6 Hz に分布することが示された。さらに 300 msec 以下の短い時間間で周期的に刺激した場合の VEP についても言及した。

154. 睡眠脳波の分析。江部 充、本間伊佐子、石山陽事、鈴木孝治\*, 小川俊雄\*, 塩野英己\*, 中村 隆\*\*, 阿部善右衛門\*\*\* (虎の門病院・日立中研\*・日立メデイコ\*\*・北大、応電研\*\*\*)

脳波の膨大なデータを短時間に処置するためわれわれは数年来コンピュータによる自動分析装置を開発してきた。その一環として睡眠の stage による基本波の変化および突発波の一つである spindle wave の特徴について統計的処置を行ない睡眠の stage を示しうるいくつかのパラメータ

が決定された。

対象は12才～47才の正常人12例である。基礎波形は  $\beta$ ,  $\alpha$ ,  $\theta$ ,  $\delta$  波に分け10秒間の積分値の経過をみると, stage の変化につれて  $\alpha$  波の減少, slow wave の増加の傾向が明示された。Spindle wave については構成する波の連続度および duration, 出現部位, 基礎波形の変動等の情報を入れて, 自動計測, 判定がなされた。その連続記録からその出現度の多い例と少ない例があり, 経時的変動も大きいことがわかった。出現部位は中心, 頭頂優位であるが, 前頭, 後頭, 側頭にも多く現れていた。左右同期することが多いが, 一側のみのももある。Spindle duration は広い分布を示すが, 70～75 ms 内に多く, 前頭ではやや周期が長く 75～80 ms 内のものが多かった。これらには個人差による変動も大きい。構成する波の数は5～10個, 時には20個以上の連続を示し, これも睡眠経過中変動し, 特に左右非対称性を示す傾向があった。

**155. 小児と成人脳波の自己解析について.** 千葉剛次, 深田高一, 小野憲爾, 佐藤謙助 (長崎大, 医, 第二生理, 神経情報研)

安静時でも体の内的外的環境からのいろいろな刺激による受容器からの求心性インパルス(自然刺激)が無数にしかも絶えず送り込まれ, それによる導出電極附近の脳の情報判定変換活動応答が背景脳波である。また, 任意のある時刻 ( $t$ ) の脳波 ( $y(t)$ ) はそれ以前の時刻 ( $\tau$ ) に導出電極附近の脳に与えられた自然刺激 ( $x(t-\tau)$ ) による無数の誘発電位応答のその時刻における総和, つまり

$$\int_{-\infty}^{\infty} x(t-\tau) \cdot g(\tau) d\tau = y(t) \dots \dots \dots (1)$$

( $g(\tau)$ ; 脳の変換活動性, インパルス応答) といえる。そこで, 左右頭頂, 後頭部における小児と成人の閃光性誘発電位と成人の体知覚性誘発電位を求め, その時間的ランダム加重を行なった。これにより得られた波と同じ導出部位における背景脳波とはよく似ていた。また, これらの自己回帰性スペクトル (Sato 14th Internat. Symp. Biocybernetics, 1973, 佐藤 第3回日本脳派・筋電図学会) をとると, 多少異ったスペクトルを示す例もあったが全体的によく似たスペクトルを示し, 誘発電位の時間的ランダム加重による波と背景脳

波がよく似た活動を示すことがわかった。したがって, (1) は脳波発生機構の基本的モデルとしてかなり適当なものであることがわかった。

**156. 前頭シータ突発波の脳波感覚について.** 山口雄三, 丹羽健市\* (阪大, 医, 第二生理・大阪教育大, 体育\*)

単純な精神作業を持続的に行なうと, 被験者の約半数の前頭正中線部脳波に, 6～7 Hz のシータ突発波 (以下  $Fm\theta$  という) が出現する。この  $Fm\theta$  の出現は, 一定の注意集中過程と関係があり, また被験者自身によるフィードバック学習が可能である。本報告では,  $Fm\theta$  出現時に被験者に生ずる一定の感じ-「脳波感覚」の性質について検討した。被験者はすべて健康な男子大学生で, 精神作業としては内田クレペリン検査による連続加算を行なわせた。

1.  $Fm\theta$  の「脳波感覚」の内容は, ことばで的確に表現することが困難であったが, 作業に没頭しているときの感じであり,  $Fm\theta$  非出現時の感じとは区別された。

2. この「脳波感覚」を手がかりとして, 被験者は  $Fm\theta$  出現時点の70～90%を正しく推定することができた。フィードバック学習後10～12カ月放置しても, この「感覚」の学習効果は保持された。

3.  $Fm\theta$  の「脳波感覚」は,  $Fm\theta$  起始部より1～2秒は不明瞭であり, 3～4秒で明瞭となった。 $Fm\theta$  消失とともに, 「脳波感覚」も消失した。

4. 加算作業の速度と  $Fm\theta$  出現量との間にはある程度の相関があったが, 作業速度を一定にしたままでも, 注意集中度を調節することによって  $Fm\theta$  出現量の調節が可能であった。

**157. 脱水脳における SD 伝播速度と回復曲線.** 小林 勝, 田村和子, 太田和子, 相川真勇\* (北里大, 衛生生理・精研, 神経生理\*)

Spreading depression (SD) において陰性波直接皮質反応 (N-wave DCR) の駆動要素である軸索は一過性の抑圧をうけるのに対し, 細胞体や樹状突起などの反応要素には SD 効果が長時間残存する。また SD 伝播速度-抑圧時間相関について駆動要素は SD 誘発刺激強度や方向性の差にかか

わらず直線的な負の相関を示すが、反応要素は刺激強度に無関係にはば一定の回復時間を示す。Sucrose 静注後は反応要素は伝播速度-抑圧時間相関および伝播時間-回復時間相関とは共に負の相関を示すようになる。この事は SD 伝播において、SD 物質の他に移動する水分の量が大きな役割を占めていることを示す。そこで細胞外水分量の情報をうるべくブリッジ回路を使用しないインピーダンス計を開発し、SD 中の皮質インピーダンス変化を連続的に測定しこれを裏づける結果をえた。

**158. 前肢電撃による閃光誘発電位の変化-皮質視覚領の部位による効果の差異.** 浦本 勲, 清野茂博 (愛知県コロニー, 生理)

ネコの視覚領皮質を前・中・後部にわけ、ネコプター麻酔下に、前肢への電撃 (10ミリ秒、

5~25ボルトの矩形波)を先行させたときの閃光誘発電位 (FEP)を単極導出し分析した。FEPの最初の陽性成分 ( $P_1$ )は、尖頭潜時が20~30ミリ秒で、続く陰性成分 ( $N_1$ )、陽性成分 ( $P_2$ )について、 $P_1-N_1$ 、 $N_1-P_2$ の尖頭間の振幅を測定した。 $P_1-N_1$ については、前部では抑制されるが、中・後部では促進され、促進の度合は、視覚領中部で大きかった。一方、 $N_1-P_2$ については、有意な変化が認められないか、もしくは促進されるのであるが、促進の度合は前部で大きかった。前肢電撃による閃光誘発電位の変化は、視交叉レベルでは認められないが、外側膝状体レベルではすでに認められた。

前肢電撃による閃光誘発電位の変化は視覚領皮質の部位によって異なるが、外側膝状体レベル以後の問題であり、解剖学的な知見を加味すると、投射系の問題が関与しているかも知れない。

### 13. 平 滑 筋 (159—173)

**159. 腸管平滑筋収縮蛋白系の  $Ca^{++}$  結合能.** 松本春子, 藪 英世, 宮崎英策 (札幌医大, 第二生理)

ブタ腸管 myosin B の  $Ca^{++}$  結合能についての実験結果は次の通りである。1)  $pCa^{++} 5.14$  での  $Ca^{++}$  結合量は2分では最大となり、1~2 n moles/mg であった。2)  $Ca^{++}$  結合量は外液  $pCa^{++}$  に依存し、 $pCa^{++} 5.6$  までほぼ直線的に増加した。3)  $Mg^{++}$  賦活 ATPase 活性は  $Ca^{++}$  結合40%位から立ち上がり、75%では half-max となり、 $Ca^{++}$  結合も ATPase 活性も約  $pCa^{++} 5.6$  では平衡に達した。4) Scatchard plot から算出した  $K_m$  値は一つと仮定した場合、 $0.135 \times 10^{-6} M$  であるが、 $Ca^{++}$  濃度を  $pCa^{++} 7.72 \sim 7.00$ 、 $pCa^{++} 6.88 \sim 6.07$ 、 $pCa^{++} 5.92 \sim 4.73$  と三つのグループに分け、 $K_m$  値を算出するとそれぞれ、 $0.118 \times 10^{-6} M$ 、 $0.194 \times 10^{-6} M$ 、 $32.4 \times 10^{-6} M$  であった。すなわち、 $Ca^{++}$  濃度の増加とともに  $K_m$  値の上昇が認められた。5) ATPase 活性の  $Ca^{++}$  感受性を消失させる trypsin 濃度で処理 (10  $\mu g$ , 10 min) すると、 $pCa^{++} 5.6$  での  $Ca^{++}$  結合量の約70%が消失した。6) 陽イオンの myosin B-結合  $Ca^{++}$  との交換能の強さは  $Cd^{++} > Zn^{++} > La^{++} > Hg^{++} > Co^{++} > Ba^{++} > Mn^{++} > Sr^{++} > Mg^{++}$  の順

であり、1価の  $Li^+$  は交換しなかった。7)  $Mg^{++}$  賦活 ATPase 活性 (myosin B 活性) は  $pCa^{++} 7$  以上で  $Ba^{++}$ 、 $Sr^{++}$ 、 $Mn^{++}$  により著明に活性化された  $Ni^{++}$ 、 $Zn^{++}$ 、 $Hg^{++}$ 、 $Cd^{++}$ 、 $La^{+++}$  により抑制されたが、 $Ni^{++}$ 、 $La^{+++}$  による抑制は  $Ca$  添加により部分的に回復した。8) 0.6 M KCl 存在、 $Mg^{++}$  抑制 ATPase 活性 (myosin 活性) は  $Ba^{++}$ 、 $Sr^{++}$ 、 $Mn^{++}$  では変化がなく、他のイオンはすべて抑制を示した。

**160. 血管筋 subcellular membrane の  $Ca$  uptake と release.** 山下かなへ, 堀田 健, 青木久三\* (名古屋市大, 医, 第一生理・第二内科\*)

平滑筋の収縮弛緩は骨格筋と同様細胞内遊離  $Ca$  によって調節されているがこれには細胞内  $Ca$  結合 site が重要な役割を果していると考えられるので、ラット大動脈より microsomal fraction (MC) を分離しその  $Ca$  結合能をしらべた。また血管筋の細胞内  $Ca$  の増加による弛緩の抑制が本能性高血圧の成因の一つになっているのではないかと考え、正常ラット (NW) と高血圧ラット (SHR) につき、MC fraction の  $Ca$  結合能を調べた。MC fraction は ATP と  $Mg$  の存在で  $Ca$  結合能を増し oxalate はさらに uptake を促進す

る。しかし oxalate による uptake の促進は骨格筋小胞体のそれに比してはるかに低かった。一方この MC fraction には Mg のみで活性化される Mg ATPase と Ca のみで活性化される Ca ATPase とが存在し、Mg で最高に活性化された場合の Ca による activation は認められなかった。また Ca で最高に活性化された ATPase は Mg で阻害された。この fraction の Ca uptake には ATP と Mg が必要であり、Mg による ATPase の活性化と Ca の uptake とはよい相関を示すことがわかった。一方、SHR の MC fraction の Ca 結合能は NW のそれに比して明らかに低かった。

**161. ヒトおよびイヌにおける迷走神経の胃運動機能におよぼす影響。** 田北周平, 桑島輝夫\* (高松市民病院・徳島大, 医, 第一外科\*)

迷走神経切断が胃運動におよぼす影響を追究するため、イヌ10頭の胃壁に4個の電極を装着させ、蠕動輪伝播に伴う活動電位を観察した。Spike 群は通常約13~14 sec の周期で規則正しく反復されるが、全迷切後には周期が不整化し、蠕動伝播速度は9~22%遅延した。

他方、胃十二指腸潰瘍症例において、胃枝の全切断(選迷切)と潰瘍壁小切除と pyloroplasty を合併させた場合術後レ線像では弛緩拡張と停滞が生じ蠕動輪は減弱した。これに反し幽門洞枝を温存させる近位選迷切例では、15例中全例に活発な蠕動があり、10例においては denervate されている体部から始まって幽門部まで伝播する強い蠕動輪が観察された。

バルーン法による胃内圧曲線を描記するに、近位選迷切の11例すべてにおいて強い緊張変動に伴う蠕動の増強減弱の現象すなわち大運動あるいは propulsive movement が活発に反復され、大部分の例はテタヌス型を伴う大周期性を示し、正常例のパターンに酷似し、最大波高は 9.0~20.0 cm H<sub>2</sub>O を示した。これに対して選迷切5例の曲線では全例に大運動が欠如し、不規則な緊張変動と蠕動性の基本的な20秒律動が出現するのみで、最大波高は 3.5~10.0 cm H<sub>2</sub>O であった。すなわち幽門洞枝が胃底腺部神経枝と同時に切断された場合は近位選迷切とは誠に対照的な高度の運動障害を招くことに注目すべきである。酸分泌の減少率については 68.2~100 であった。遠隔所見は今後の

興味深い問題である。

**162. 非アドレナリン作働性抑制神経の興奮と ATP 放出との関連性の検討。** 大賀 皓, 斎藤公司, 石塚 徹, 高橋 宏\* (北大, 獣医, 薬理・生化学\*)

非アドレナリン作働性抑制神経の伝達物質が ATP であるという Burnstock らの仮説を以下のごとくして検討した。モルモットから摘出迷走神経-胃標本を作製し、胃を血管を介して灌流しながら迷走神経刺激 (VS) を行ない、胃の反応発現期間中の流出液内のヌクレオチドの濃度を螢光酵素系 (ATP 10<sup>-13</sup> moles 以上検出可能) ならびにペーパークロマトグラフィーを用いて調べた。

Atropine 10<sup>-7</sup> g/ml を添加した Krebs dextran (5%) 液で灌流し、VS すると guanethidine 10<sup>-6</sup> g/ml 耐性の胃で弛緩がみられた。この弛緩発現期間中の流出液内の ATP, Hb 量は、ほとんど変らなかった。またペーパークロマトグラフィーを用いて調べると、非刺激時の流出液には、主として hypoxanthine, uridine と 1 nosine が検出されたが、VS (30 Hz, 5 分間) によって流出液中に明らかに増量する物質は認められなかった。

他方、VS または Ach, BaCl<sub>2</sub> を投与して胃を収縮させると流出液中の ATP, Hb 量の増加が相関する例が多くみられた。

以上の成績からは、ATP が非アドレナリン作働性抑制神経の伝達物質であるという Burnstock らの仮説を積極的に支持する証拠はえられなかった。

**163. 平滑筋に対するカルバコール、アドレナリンおよび ATP の作用機序。** 大場三栄, 坂本康二, 富田忠雄 (福岡大, 医, 第一生理)

モルモット結腸紐の平滑筋に対するカルバコール (5 × 10<sup>-7</sup> M), アドレナリン (10<sup>-6</sup> M) および ATP (10<sup>-3</sup> M) の作用を膜電位固定法を用いて調べた。静止時の膜電位に固定しておくとしてカルバコールによって内向き電流が、アドレナリン、ATP によって外向き電流が記録される。矩形波電圧を与えたとき流れる膜電流の増加から、これらの薬物による電流は膜のコンダクタンスの増加によ

て起こると結論される。カルバコールに対する反応は過分極によって、アドレナリンと ATP に対する反応は脱分極によって大きくなる。Cl をイセチオン酸イオンで置き換えてもカルバコールの作用には著明な変化は見られない。NaCl を蔗糖で置き換えると反応は小さくなるが、カルバコールによって過分極や外向き電流は見られない。蔗糖液中で Ca の濃度を増すとカルバコールの反応は大きくなる。それでカルバコールは Na 以外に Ca の透過性も増加させるが K の透過性は増さないと考えられる。

以上の実験と、アドレナリンや ATP の作用についての同様な実験から、カルバコールは主に Na の、アドレナリンは主に K と Cl の、ATP は主に K の透過性を増加させるという結果がえられた。

**164. 小腸伸展の Auerbach 神経叢活動および小腸運動への効果.** 横山正松, 尾崎 毅 (福島医大, 第一生理)

Using the peeled longitudinal muscle strip to which the Auerbach's plexus adhered and which was left attached to the intestine canal, effects of gut-distension upon the activity of the Auerbach's plexus and the intestine movement were studied. Gut-distension caused the acceleration of both spontaneous discharges of neurones in the Auerbach's plexus and movements of the longitudinal muscle strip and at that time peristaltic movements were observed by direct observation. Tetrodotoxin abolished spontaneous neurone discharges and effects of distension on both neurone and muscle activity. Atropine did affect neither spontaneous neurone discharges nor the excitatory effect of distension upon neurone discharges but it caused a inhibition of intestine movements by gut-distension. Hexamethonium abolished spontaneous neurone discharges and effects of distension on both neurone and muscle activity. After removal of mucosa, distension caused the acceleration of both spontaneous neuron discharges and muscle contractions. It is concluded that by gut-distension the distension sensitive

receptors which are thought to be situated mainly in muscularis externa caused the excitation of neurones in the Auerbach's plexus which changed the excitability of muscle layers locally and produced peristaltic movements.

**165. モルモット輸精管-下腹神経標本におよぼすコカインの効果.** 橋口利雄, 伊東祐之, 栗山 照 (九大, 歯, 生理)

コカインは、交感神経末端から放出されたノルアドレナリンの、神経内への再吸収を抑制し、局部のノルアドレナリンを増量することにより交感神経刺激効果を増強することが知られている。輸精管-下腹神経における興奮伝達物質は、レノアドレナリンとされているが異論もある。私共は、コカインの作用機序を、輸精管-下腹神経標本を用いて研究した。

1. コカイン ( $> 3 \times 10^{-5}$  M) は、筋膜を脱分極 (約 8 mV) させるが、これはノルアドレナリンの増量作用によるものではなく、コカインの直接作用による。

2. コカインは、筋膜の抵抗をわずかに増加するが、長さ常数には変化を与えなかった。しかしコカインは筋膜の興奮性を増加させる。

3. コカインは、微小興奮電位の発生頻度と振幅には変化を与えないが、神経刺激によって発生する興奮電位の振幅を抑制し、下降時間を延長する。しかしコカインによる伝達電位の抑制は非選択的なものである。

4. 投与したノルアドレナリンは、筋膜の興奮をもたらす興奮性伝達電位を抑制する。この作用はコカインによって抑制されない。

5. コカインは  $[K^+]$  およびノルアドレナリンの用量-収縮曲線の左方転移をもたらすのみならず最大値も増加する。

以上の結果からコカインは神経-筋接合部よりもむしろ筋膜に作用して興奮の増強をもたらすものと考えられる。

**166. モルモット輸尿管の収縮と3価陽イオン.** 大川博通 (山口大, 医, 第一生理)

Responses of smooth muscle of guinea-pig ureter were inhibited by trivalent cations in low concentrations. The order of inhibition was

La<sup>+++</sup>, Y<sup>+++</sup> > Ho<sup>+++</sup>, Sm<sup>+++</sup>. Potentiation in tension development due to TEA and Ba<sup>++</sup> was depressed by these cations. Sr<sup>++</sup> did not increase the response in normal solution but it was recovered by the addition of Sr<sup>++</sup> in Ca-free solution. The recovery due to Sr<sup>++</sup> was inhibited by cation incubation. The inhibitory effect of Mn<sup>++</sup> on the mechanical response was stronger than La<sup>+++</sup>.

In Ca-free, recovery due to the addition of Ba<sup>++</sup> was also inhibited by trivalent cations showing the order of La<sup>+++</sup> > Ho<sup>+++</sup>. Potassium contracture was depend on the external Ca<sup>++</sup> concentration. Lineweaver-Bulk plot on relationship between Ca<sup>++</sup> concentration and potassium contracture in trivalent cations and Mn<sup>++</sup> was linear. These results suggest the competitive action to the same calcium store. The action of trivalent cations to superficial calcium sites, bound calcium and Ca<sup>++</sup> movement for contraction was discussed.

#### 167. 脱分極平滑筋における Ca 収縮とカルバコール収縮におよぼす Na, La, Mn と有機 Ca 拮抗剤の影響。大橋秀法 (岐阜大, 農, 家畜薬理)

モルモット盲腸紐は, Ca を加えない脱分極液中においてかなり長時間にわたってカルバコール(carb)のような薬物に反応して張力を発生する。この張力発生に与える Ca 成分について, Ca の細胞内への流入を抑制または遮断することが知られているイオンや有機 Ca 拮抗剤(verapamil と D-600)を用いて検討した。この Ca 成分は一たん枯渇したあとも標本を Ca 含有液中で incubate する (Ca 処置) ことによって回復する。Ca 処置は 0.5 mM 下で 5 分間行ない, carb 反応は 10<sup>-3</sup> M を用いて, 処置に用いた Ca を除去後 10 分目に調べた。イオンまたは薬物の Ca 処置中に発生する張力 (Ca 収縮) に対する効果は Ca 処置開始 5 分前に適用して調べ, carb 反応に対する効果は Ca 処置終了後 5 分目に適用して調べた。1) Na は Ca 収縮を小さくするが carb 反応の大きさにはほとんど影響しなかった。しかし Na の Ca 収縮抑制効果は, Na の代りに sucrose, Tris, Li を用いても Ca 収縮が抑制されることから両液中の K 濃度の差に伴う

膜電位の差がこの抑制に関与している可能性がある。2) Mn (0.5 mM), La (0.5 mM), verapamil (0.001 mM) または D-600 (10<sup>-5</sup> g/ml) は, Ca 処置前に適用すると Ca 収縮を完全に抑制した。またその後の carb 反応は著しく抑制されるかまたは消失した。しかるに Ca 処置後適用した時には carb 反応はわずかしこ影響されなかった。これらの結果は問題にしている Ca 成分が stored Ca であるという考えを支持している。

#### 168. Taenia coli の RCC に対する交流刺激の影響。中山雪麿 (共立薬大, 生理)

Taenia coli の急速減温収縮 (RCC) が発生する際に, 持続性脱分極または spike が関与するが, 減温速度をより速く, 冷却温度をより低温 (8°C ~ 4°C) に降下させることにより spike が関与しない RCC がえられる。そこでこの RCC と交流電場刺激 (50 Hz, 5 V/cm, 5 sec) によってえられる収縮 (ACC) との比較, および RCC に対する交流刺激の影響について考察した。

まず Mn 1 mM を加えた Krebs 液を筋に作用させると, ACC は速かに減少するが, RCC は変わらず K 拘縮とほぼ等しい張力が得られた。しかし Ca-free 溶液を作用させた場合には ACC と K 拘縮は完全に抑えられ, RCC のみがえられた。すなわち, RCC には spike が関与せず, 段階的な膜電位変化または, 単に直接細胞内 Ca の遊離のどちらかが関与していることが推測される。また Ca-free 溶液中に 2 ~ 3 時間筋を浸けた場合にも, RCC はかなり減少しているが, ここで caffeine 0.5 mM を作用させると RCC は著しく増大し, 同時に交流刺激を与えると caffeine の作用が一層増強され, さらに大きな RCC がえられた。また glucose-free 溶液中の筋に交流刺激を与えた場合にも, 完全な脱連関が起こるのに 4 時間以上を要した。

以上の実験結果などから, RCC 発生に際しては, 膜の持続性脱分極と細胞内 Ca が連関しており, 交流刺激はその連関過程を修飾することが推論された。

#### 169. 各種動物における腓管の運動について。

岡部 都, 中山 沃 (岡山大, 医, 第二生理)

L. K. Korovitsky (1922) はネコで腓管が腓液の

十二指腸への排出に active な役割を果している  
と示唆しており, S. Lenninger (1972) はネコの  
摘出腓管の自発的な律動的収縮と諸受容体の関連  
について検討している。

今回著者らは, まずウサギとニワトリで, 腓管  
の運動の生理学的意義を明らかにする目的で, 腓  
管平滑筋の運動, 受容体の性質, 神経要素の関与  
について検討した。ウサギの摘出腓管はほとん  
どの場合10~15回/分の頻度の律動的な自発運  
動を示した。この運動はコリン作働薬で亢進され,  
adrenaline では亢進, 抑制の二様の効果を示し,  
phenylephrine ( $\alpha$ -刺激剤) では亢進, isoprenaline  
( $\beta$ -刺激剤) では抑制された。経壁刺激に対する反  
応から, 腓管壁内には, 亢進神経と抑制神経が存  
在することと, 少数の神経節細胞が存在する可能  
性が示された。また薬物適用により atropine 耐  
性の亢進神経の存在の可能性が示唆された。ニワ  
トリの腓管は, 生体内で30秒~6分の間隔で蠕動  
により腓液を送っているが, 摘出腓管では自発的  
な律動的収縮のある例とない例があるが, その有  
無にかかわらず, adrenaline, phenylephrine,  
isoprenaline すべてによりその運動は亢進され  
た。経壁刺激に対する反応から, 腓管壁内の亢  
進神経の存在は確認されたが, その大部分は,  
atropine 耐性のものと推量された。自発運動の盛  
んな例では, tetrodotoxin によっても, 経壁刺激  
による収縮反応は, 抑制されなかった。

**170. イガイ足索索引筋細胞内の Ca イオンの  
局在について.** 杉 晴夫, 熱海佐保子\*(帝京大,  
医, 第二生理・東大, 医, 解剖\*)

The anterior byssal retractor muscle (ABRM)  
of *Mytilus edulis* was fixed with a 1% OsO<sub>4</sub>  
solution containing 2% K pyroantimonate,  
and examined with an electron microscope. In  
the resting ABRM, electron dense pyroanti-  
monate precipitate was seen along the inner  
surface of the plasma membrane, and at the  
vesicles subjacent to the fibre surface. Exami-  
nation with an energy dispersive X-ray analyser  
indicated that the precipitate was composed of  
Ca pyroantimonate. When the ABRM was fixed  
during the plateau of ACh-induced contractures,  
the above precipitate was found to disperse into

the myoplasm in the form of small particles.  
When the ABRM was fixed during the catch  
state, the dispersed precipitate appeared to  
reaccumulate to the original sites of localiza-  
tion, though considerable catch tension was  
still observed at the time of fixation. This  
suggests the possibility that the catch tension  
is maintained under a markedly reduced myo-  
plasmic free Ca ion concentration.

**171. Prostaglandin の子宮筋膜活動に及ぼす  
影響.** 熊本水頼, 中嶋 晃\*, 丹生治夫\*\* (京大,  
教養・愛媛大, 医, 産婦\*・山口大, 医, 第一生  
理\*\*)

ラット妊娠子宮の摘出平滑筋標本について, 膜  
の電気的活動性に対する prostaglandin (E<sub>1</sub>, F<sub>2 $\alpha$</sub> )  
の作用を, 細胞内電極法および二重蔗糖隔絶法に  
よる電位固定法によってしらべた。この際子宮筋  
膜表面を voltage dependent site (M<sub>E</sub>) と chemo-  
sensitive site (M<sub>C</sub>) に別け, それぞれの site へ  
の PG の作用について考えて見た。

細胞内電位記録においては, PG 作用初期には  
spike 頻度の増大, burst の延長等が見られた。  
この時膜電位に変化はなく, spike は決して大き  
くはならなかった。時間経過と共に波高・rate of  
rise も減り, abortive spike が多数まじって出現  
するようになる。高濃度では spike は oscillation  
様となり遂には消失した。このとき膜電位は多少  
脱分極するが顕著ではなかった。また spike の消  
失にかかわらず収縮は残遺した。

電位固定法によると低濃度では初期内向電流は  
変化ないか減少の傾向を示した。また高濃度では  
内向電流は減少し, 逆転電位は負側へ移行した。  
また定常外向電流は増大した。これらは細胞内記  
録の成績と一致した。

以上の変化のうち, spike 頻度の増大, burst  
の延長として現われたものは M<sub>C</sub> への作用, 個々  
の spike configuration の変化は M<sub>E</sub> への作用に  
起因すると考えられる。

**172. マウス妊娠子宮筋におよぼす prostag-  
landin E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) の効果.** 長 琢朗, 鈴木 光 (九  
大, 歯, 生理)

マウス妊娠子宮平滑筋におよぼす PGE<sub>2</sub> の効果

を微小電極法によりしらべ、種々の興奮性薬物と比較し、次のような結果を得た、

1) PGE<sub>2</sub> による興奮作用が弱いときには膜電位の変化なしにスパイク放電頻度が増したが強いときには膜は脱分極しスパイク放電の抑制がみられた。2) 妊娠後期には初期に比べ約 1/100 の濃度で同じ作用を示した。3) 縦走筋の方が輪状筋より感受性は高かったが、オキシトシンではそのような差はみられなかった。4) 膜がわずかに脱分極されたとき膜抵抗は増大した。5) 脱分極がさらに進行しスパイク放電の抑制がおこった時膜抵抗は減少し、膜電位を通電により静止レベルに戻しても膜抵抗は減少していた。6) 外液 K イオン濃度をかえた時にも、通電により膜電位をいろいろな値においてもこのような膜抵抗の変化はみられた。7) PGE<sub>2</sub> の興奮作用は外液 Na および Ca イオン濃度の相対値によって影響をうけるが K および Cl イオンでは影響されにくかった。8) K-拘縮による弛緩時に PGE<sub>2</sub> を与えるとカルバコールによる効果と同じように一過性の張力を発生した。9) Ca-free-Mg 液内で PGE<sub>2</sub> は一過性の脱分極をもたらした。

以上の結果から、PGE<sub>2</sub> はおそらく結合 Ca の遊離をもたらしそれにより膜は脱分極する。わずかに膜が脱分極したときには異常整流作用により膜抵抗は増大するが、さらに脱分極したときには膜抵抗は減少しスパイク放電の抑制がおこる。

173. 動脈内皮細胞の収縮 (島本1972) の生理および病態生理学的意義について。島本多喜雄、須永俊明、沼野藤夫 (東京医歯大、医、第三内科)

## 14. 心

174. 心筋カルシウムと心臓の自動性について。福田康一郎、秋山節子 (千葉大、医、第二生理)

食用カエル心臓各部の Ca 含量を測定し、また静脈洞の自動性発現における Ca の役割を検討し以下の知見をえた。

1. Ca は静脈洞>房室間輪状筋>房>室の順に多く含まれ、Ca 除去液で1時間洗っても静脈洞、房室間輪状筋の Ca 含量減少は軽度である。したがって pace maker 組織は Ca を多く取り込

The contraction of arterial endothelial cells was first shown by us (1972) to be induced by one shot treatment of rabbits with epinephrine, norepinephrine, angiotensin II, bradykinin, serotonin, prostaglandin E1 or cholesterol.

It produces vertical wrinkles to the blood flow on the endothelial surface, sticking of platelets and enhancement of platelet-aggregability and bloodcoagulability.

As a consequence of the contracting activity, the infiltration of serous substances, including quite large particles like  $\beta$ -lipoprotein or carbon particles, took place regularly into the arterial wall by increasing membrane flow and membrane vesiculation (Bennett 1956) or by widening the intercellular junctions. The barrier function of the internal elastic lamina to relatively large particles like  $\beta$ -lipoprotein or carbon particles was also found, and in addition, the responsible cells swallowing such large particles like carbon particles (200~700 A) are localized, not diffusely, but in special locations predominantly susceptible to atherosclerosis.

Cyclic AMP, Dibutyryl Cyclic AMP and Cyclic AMP phosphodiesterase inhibitors, EG467 and EG626, prevented significantly the contraction of endothelial cells suggesting the physiological significance of Cyclic AMP in the regulation of their contractility.

## 筋 (174—190)

み、またその保持能が大きいと思われる。

2. Ca 除去液で灌流中静脈洞の活動電位は減少、前電位勾配は低下、最大弛緩期電位は減少、閾電位は上昇し心拍発生頻度はしだいに減少するが、1時間後にも自動性は残存する。

3. Ca 除去液に phentolamine を加えると ( $1 \sim 5 \times 10^{-6} M$ ) 静脈洞の活動電位の大きさ、前電位勾配、心拍発生頻度が急速に減少し自動性が停止する。Propranolol 加ではこれらはみられない。

4. Ringer 液に Mn を加えると (1~2 mM), 静脈洞の活動電位の大きさと前電位勾配は急速に低下し自動性が停止する。この Mn 効果は高 Ca で拮抗され、低 Ca で増強される。

5. 以上のことからカエル静脈洞は Ca 取り込み力が大きく、おそらくこれに伴って Ca が細胞内に移行することによって自動性が発生し、この過程を adrenergic mechanism が増強している可能性が高い。

#### 175. Pacemaker potential と pacemaker cell. 後藤鹿島, 大羽利治 (群馬大, 医, 第一生理)

カエル心の洞結節において最もよく pacemaker potential の記録出来た部位を中心として連続切片約 1,000枚を作り光顕的に観察した。その結果、洞の腹側壁から背側壁に互って、右側、中央及び左側に分けて筋細胞の種類を分類してみると洞結節に特有な細胞及び心筋本来の筋細胞及びその中間型と 3 種に区別され、一部限局された部位に洞結節特有な細胞の分布が70%をこえる状態を示した。この限局された部分は微小電極で最もよく pacemaker potential の記録できる部分と一致した以前われわれが報告した (1973) pacemaker の復活点と同一部位であった。また螢光物質である procion yellow を微小電極の中に充填し、pacemaker potential を記録すると同時に、通流して細胞内に流し込みこの細胞に印をつけて実験完了後組織学的に螢光顕微鏡で確認することができた。

従来カエル心の pace の発生する原点について洞結節のある一部の限局された所から起る説と (内山等1959) pacemaker shift の現象から洞結節の限定した部分に起るとは限らないとする説 (Lange & Lu 1966) と二つうりいわれて来たが、内山教授等の報告によるとカエル心の pace の原点は洞の腹側壁の左側の樹枝状線束束であるという。われわれの実験の結果では、腹側壁である事はまちがいがなく vena cava anterior sinistra and dextra をむすぶ線上に点在している。最も pacemaker cell の集中しているのは、v. c. a. d. の開口部から中央よりの処である。この点が強力な pace の原点となる事を potential の記録と組織学的検索方法で確証し得た。

#### 176. ウサギ心房筋の自発性興奮について。斎藤建彦, 乙黒源宏\*, 小林文宗\*, 松原 哲\* (聖マリアンナ医大, 第一生理・東京医大, 内科\*)

自発興奮のないウサギ右心房を長時間休止させ適当な頻度で反復刺激を与えるとしばしば自発興奮を誘発する。またこの興奮は通常数十秒から数分続いた後停止する。この刺激条件の変化のみによる自発興奮の発現および停止についてその性質を調べた。長時間休止後自発興奮を示す細胞の活動電位は常に振動電位を伴っており反復刺激によって振動電位は増大し閾値に達したところで自発興奮に移行する。この時の活動電位は刺激時の心房筋の活動電位と著しく異なり歩調取り電位の出現、静止電位の減少、活動電位の大きさと立ち上り速度の減少がみられる。このことは心房筋の形質膜が歩調取り細胞の形質膜の性質をもっていることを示唆していると思われる。自発興奮の停止後再度その発現をみるには少なくとも数十秒の休止時間が必要でこの間に振動電位の回復がみられる。

アコニチンの投与は反復刺激による振動電位増強を促進し、より低頻度刺激で自発興奮の発現がみられた。

#### 177. l-thyroxine-Na の心筋に対する影響について。今永一成 (福岡医大, 第二生理)

1. Effects of l-thyroxine-Na on twitch tension of atrial and papillary muscles, and pacemaker activity of Purkinje and S-A nodal cells excised from euthyroid canine and rabbit heart were examined in combination with noradrenaline.

2. l-thyroxine-Na of  $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$  M had negative inotropic and chronotropic effects on the driven (at 0.5 Hz) muscles and spontaneously activated pacemaker cells. The later was resulted from reduction of the slope of diastolic slow depolarization of the transmembrane action potential of the pacemaker cells.

3. Positive inotropic and chronotropic effects of noradrenaline on the heart muscle were neither further enhanced nor inhibited by addition of the hormone in 20 to 30 minutes. On the contrary, they were relatively accele-

rated, more remarkably in anoxic condition, after a long application (40~50 minutes) of the hormone.

4. Noradrenaline of  $1 \times 10^{-5}$  g/ml induced atrial fibrillation in several minutes. After a long application of l-thyroxine-Na ( $1 \times 10^{-5}$  M), that of  $1 \times 10^{-6}$  g/ml induced the fibrillation with local conduction block.

5. These results suggest that in thyrotoxicosis, potentiation of catecholamine effects on contraction and pacemaker activity of the heart may be caused rather by a relative factor than by an absolute increase of sensitization of the tissue to catecholamine.

#### 178. 洞結節細胞の電気的特性について. 瀬山一正 (広島大, 医, 第一生理)

The electrical characteristics of the sinus node cells were examined with microelectrode and single sucrose gap method. After confirming the slow diastolic depolarization and the low value of maximum rate of rise, man-made strip,  $0.5 \times 5$  mm, containing the SA node region were prepared.  $\lambda$  was  $828.6 \pm 130.5 \mu$  ( $n=5$ ). To avoid the three-dimensional current spread, strips in the test chamber were adjusted to be approximately 0.5 mm.

The delayed and the anomalous rectification could be observed at  $-20$  mV and  $-80$  mV, respectively, in both normal and 30%  $[Na^+]_0$  Tyrode, when the I-V relationship was measured at the end of 1 sec stimulation pulse. These rectifying properties were abolished in Na-free Tyrode. The difference in saturation level of positive after potential between 2.5 mM  $[K^+]_0$  and 10 mM  $[K^+]_0$  was determined to be 36 mV ( $n=5$ ) as expected from the change in  $E_K$ . With the increase of the hyperpolarizing test pulse immediately after conditioning depolarizing pulse, the difference between the initial and the final voltages during the application of test pulse became larger in 30%  $[Na^+]_0$  10 mM  $[K^+]_0$  solution, showing that  $E_K$  affect the initial phase of the induced voltage. It is concluded

that the delayed rectification in SA node fibers is due primarily to increase in potassium conductance.

#### 179. イヌ心外膜側心室筋の活動電位. 上山章光, 三枝木泰文 (横浜市大, 医, 第一生理)

イヌ心室の心外膜側心室壁の筋はすべて心室固有筋線維によって構成され, 収縮率も多少の相違があるといわれているので, この部心室筋の条片を作成し, 膜活動電位, 収縮張力を同時描記した. その結果, 右室側心室筋線維から, initial spike-dip に続いて大きな緩徐な第2の脱分極相をもつ, いわゆる spike and dome 形の活動電位が正常状態でかなり見出された. この dome 形の電位変化は, 外液中に,  $1 \sim 2$  mM- $Mn^{++}$ ,  $1 \sim 2 \times 10^{-6}$  g/ml の verapamil を投与するか, あるいは外液を  $Ca^{++}$ -free 液に置換すると収縮張力の低下と共に, 第2脱分極相立上り速度の低下, 次いで dome の消失が起った. この事から dome 電位は  $Ca^{++}$  電流によって発生するものであることが推測された. 一方左室側心室筋では spike and done 形の活動電位は見出されず, initial spike に続いて dip を形成する事なく, 緩徐な脱分極相に移行する形が殆んどであった.  $Mn^{++}$  verapamil の投与に際しても, 右室側の変化 (abortive な活動電位形成) と同程度の変化を惹起するためには, 右の2~3倍の dosis を必要とした. 一方 TTX に対しては逆に左がより sensitive で右の約半分の dosis で initial spike は著しく抑制され, やがて興奮しなくなった. 右と左の心室筋でのこの様な応答性の差の由来については目下検討中である.

#### 180. ウサギ心室の4極接近電極記録. 石引昭, 和田すみ, 瀬戸真, 佐々木五郎, 荒井久雄 (日大, 医, 第一生理)

極間距離をそれぞれ  $100 \mu$  程度に設定した双2極接近電極 (paired close bipolar electrodes) を家ウサギ右心室のほぼ中央部に固定して, 右心室表層上の一点における縦軸方向と横軸方向に向う右心室 impulse を同時記録して, 右心室の一点における impulse の拡がりを解析した.

1. 右心室の一点における impulse は縦軸方向と横軸方向に同時に拡がる. その波形は一般に両

波とも似ているが, impulse の duration は縦軸方向のものが横軸方向のものより多少長く, したがって伝導速度も多少大きい。

2. 時には縦軸方向の活動電位振巾が小さくなり, つぎの瞬間には方向が逆転する。この場合には横軸方向に向う impulse も方向が逆になる。

3. 右心室の1点における右心室 impulse は, その点を中心として上下左右の方向に, 上下方向に多少大きく拡る。

### 181. 再合成された心筋束のケーブル特性について. 沢登 徹 (東京医歯大, 難研, 循環器生理)

心筋の構造状の複雑性をできるだけ単純化することを目的として, 細胞をいったんばらばらにし, 培養により再合成し, 一つの心筋束を作り, その膜の受動的電気特性を検討した。形態的には心筋束の横断面はほぼ円形をなし, 周囲は非筋肉細胞でおおわれ, その中心部に筋肉細胞は存在する。筋肉細胞は構造的に筋原線維は長軸方向に平行に配列し, 細胞と細胞は接着野, デスモソーム, ネキサス等で結合され, T-system はないがよく分化している。このことは細胞の配列が整然とししかも直径ほぼ  $100 \mu$  以下の円柱をなす構造的にも再合成された心筋束といえる。膜特性は2本の微小電極により調べられ次の結果が得られた。 $\lambda = 1.16 \pm 0.06$  (mm),  $R_o = 0.98 \pm 0.05$  (M $\Omega$ ),  $\tau = 39.5 \pm 3.1$  (msec), さらに膜特性の絶対値を求めるため光学顕微鏡ないし電子顕微鏡により横断面及び矢状面の単位面積あたりの sarcolemmal length および myoplasmic area を測定し, それらを用い次の結果を得た。

$$R_i = 223 \pm 36 \Omega \text{cm}, R_m = 34.9 \pm 5.1 \text{ k}\Omega \text{cm}^2,$$

$C_m = 1.29 \pm 0.16 \mu\text{F/cm}^2$ 。膜容量に関しては周波数に関する Hodgkin-Rushton 法ならびに Tazaki-Hagiwara の法で求められた解との間にはほぼ 1:1 の関係があり, このことは series につながる capacitance が極めて小さい抵抗でつながっているといえる。さらに電極間距離を変ええられた電気緊張電位波形のそれぞれが Hodgkin-Rushton の cable equation の解は適合した。以上よりこの心筋束が one dimensional cable としてあつかい得ることを知った。

### 182. ヒツジプルキニエ線維における positive

dynamic current と活動電位. 平岡昌和 (東京医歯大, 難研, 循環器生理)

ヒツジプルキニエ線維における positive dynamic current の性質および動態分析を“電圧固定法”を用いて行い, 本電流の活動電位形成にはたず役割りを検討した。実験は Deck ら (1964) により開発された2本の微小電極による“電圧固定法”を用いて行った。Positive dynamic current は静止電位附近から強い脱分極を与えた際に一過性の外向き電流としてあらわれ, 電流発現の閾値は約  $-20 \text{ mV}$  で, 脱分極が増すと電流の大きさも増加した。本電流は低 Cl 液中で容易に消失した。平衡電位は  $-46 \text{ mV}$  (5例平均) で, 外液 Cl 濃度の変化に伴い Nernst 式より予想される方向にほぼその大きさだけ変化することより, 本電流の大部分が Cl イオンにより運ばれることが分かった。本電流には神経の Na 電流にみられると同様の電位および時間依存性の不活性化の性質がみられた。すなわち, 脱分極直前の電位が浅い程, また持続時間が長い程, 電流が減少し, その減少のしかたはほぼ1次関数であらわされた。不活性化からの回復も同様の電位および時間依存性を示し, 再分極の電位が深い程回復が早い。定常状態での不活性化はS字状曲線を描き,  $V_h$  は  $-53 \text{ mV}$ , slope は 7 (7例平均) であった。一般に  $-80 \text{ mV}$  より陰性側では不活性化は0で,  $-30 \text{ mV}$  より陽性側では100%不活性化がみられた。活動電位では低 Cl 液や刺激頻度の増加により第1相の再分極速度に減少がみられた。以上の結果, 本電流は活動電位第1相の形成に関与することが判明した。

### 183. 心筋活動電位プラトー相に対する Ca の作用. 大島 久, 境 康喜 (東京理大, 理, 物理)

心筋活動電位の発生機序のうち脱分極以後のプラトー相の形成に関与すると考えられる Na と Ca, K と Ca の関係をイモリ心室筋を主に, 一部食用カエルを使用し, 外液リンガー液を種々変化させた場合の活動電位波形の変化を, プリツジ法または隔絶法を用いて分極電流を加えたりした結果; 1) 脱分極に続く再分極相に陽極性電流  $7 \times 10^{-8} \text{ Amp}$  を加へた場合にプラトー相が増大するのが見られた。2) 外液の KCl を  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  で置換した場合, プラトーが低下し, 同時に持続時間

が伸びるが、Caの添加で持続時間の短縮、0相を欠いたプラトー形の小さな活動電位が見られ、自動性も発現した。3) K-rich (10 mM) リンガー液では、静止電位が浅くなり徐々に活動電位の消失が見られたが、プラトー相の変化は見られなかった。4) Na-free, Ca-free, Choline-Sr リンガー液では、0相の消失したプラトー相のみを持った波形の活動電位に変化し、静止電位が浅くなり持続時間の減少もみられた。5) Na-poor (30 mM), 10 mM Ca リンガー液では、非常に長い持続時間とプラトー相がやや減少した波形の活動電位が得られたがCaを等量のBaまたはSrで置換した場合には、プラトー相の減少はCaの場合に対比して変化は見られなかったが、持続時間の延長は見られず、正常値とほぼ同値であった。6) Na-poor, Sr リンガー液でプラトー相が減少した活動電位が発現したときにLaを添加すると0相が消失したプラトー形の活動電位波形に変形した。

**184. イヌ心室筋活動電位の緩徐な立ち上り相および初期プラトー相におよぼすカテコラミンの影響.** 杉下総吉, 平野昭彦, 勝野 浩, 平川千里, 早瀬正二 (岐阜大, 医, 第二内科)

Propagated action potentials (AP) were recorded from dog's right ventricular free walls by impaling micro-electrode into many different ventricular muscle fibers.

With both low- and high-sweep of a cathode ray, the levels of resting potential (RP), spike potential (SP) and membrane potentials at the end of 5, 10 and 30 msec after beginning of the AP upstroke, termed PP<sub>5</sub>, PP<sub>10</sub> and PP<sub>30</sub>, were determined. The results were analyzed by means of PP-SP diagrams, showing SP in abscissa and PP in ordinate.

1. With TTX ( $5 \times 10^{-6}$  G/ml), SP was reduced (shifted to more negative potential levels), while PP was unchanged. With MnCl<sub>2</sub> (2.5 mM), PP was reduced, while SP was unchanged. With 1/2 Na, both SP and PP was reduced.

2. With isoproterenol in the presence of TTX or 1/2 Na, PP was increased (shifted to

more positive potential levels) in the order of PP<sub>5</sub> > PP<sub>10</sub> > PP<sub>30</sub>.

3. In the presence of 1/2 Na, ISO ( $5 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-5}$  G/ml) caused the PP<sub>5-10</sub> to be increased in a slightly dose-dependent manner.

4. It is suggested that the depolarization of the early phase (5~10 msec) of the slow rising phase of AP upstroke (a) depends considerably on the "slow channel" and (b) is enhanced by isoproterenol.

**185. 種々薬物, イオンの強心効果-それぞれ特性について.** 顕原嗣尚 (九大, 医, 第二生理)

1. The effects of adrenaline, ouabain and some changes in the internal and extracellular ionic environment on the contractility of bullfrog ventricle were studied with special reference to their effects on the relaxation.

2. Adrenaline ( $10^{-7} \sim 10^{-6}$  g/ml) had an effect to enhance the relaxation of twitch, in addition to its potentiating effect.

3. Ouabain ( $10^{-7} \sim 10^{-6}$  M) only potentiated the twitch without an appreciable effect on the relaxation phase.

4. Low-K Ringer (0.16 mM-K), as well as low-Na Ringer (50%-Na), reduced the rate of relaxation of twitch.

5. During a prolonged immersion in low-K Ringer, there was a gradual increase in twitch tension, accompanied by a relative reduction in the rate of relaxation.

6. The muscles treated with cold low-K Ringer for a extremely long period showed a particularly high sensitivity to extracellular Na-depletion for generating a Na-lack contracture.

7. Possible subcellular or membrane mechanisms to explain the results were discussed.

**186. 細胞内 TEA の心筋膜電流に対する効果.** 大地陸男, 西江 弘\* (自治医大, 第一生理・東大, 医, 第二生理)

When tetraethylammonium chloride (TEA) was applied from the cut end of guinea-pig's

papillary muscle, the action potential was prolonged in its final repolarizing phase<sup>1)</sup>. The muscle fibers were clamped before and after the development of TEA action. There was a negative slope between  $-70$  mV and  $-30$  mV in the isochronal current-voltage relation at about 1 sec after the beginning of the test pulse in normal preparation. This negative slope characteristic disappeared with the development of the prolongation of the action potential. The slope conductance for the hyperpolarizing clamp pulses was also depressed by TEA. The time dependent component of the outward current at the inside positive clamp pulses was depressed as well with elapse of time but it did not induce further prolongation of action potential. These results suggests that TEA prolonged the action potential by depressing the instantaneous membrane conductance at the membrane potentials slightly positive to the resting potential.

1) Ochi, R. & Nishiye, H. (1974) Pflügers Arch. **348**, 305-316

**187. カエル心室筋の静止張力におよぼす浸透圧の効果.** 河田 溥, 川越紀美江 (福岡大, 医, 第二生理)

切り出した食用ガエル心室筋の小条片に駆動刺激を与えながら収縮張力が一定になるのをまって駆動を中止し, 5分間静置後 NaCl 高張液を15分間灌流すると, 特異な3相性の静止張力の変化が観察される. 第1の component は高張液灌流直後にみられる張力の速かな減少で, 浸透圧・筋伸展の程度に応じて増大し, その  $t_{1/2}$  は 1.9 min であった. 第2の component は 2.5 T 以上の浸透圧によって緩かに発現する sustained contracture で, 灌流後約15分で一定レベルに達する. これは圧とともに増大するが, 3.0 T では Ringer 液中における単収縮の約15%に相当し, 外液の  $Ca^{++}$  を除去すると完全に消失する. また筋伸展とともに増大するが, 過度に伸展するとかえって減少を示す. 高張液灌流時にみられる筋重量の減少 ( $t_{1/2}$  4.3 min) には伸展の影響はほとんどなかった. 第3の component は高張液から Ringer 液に戻す

ときに発現する比較的経過の速かな transient contraction で, 単収縮の約20%に相当する. これも外液  $Ca^{++}$  に著しく sensitive であった. 同様の張力変化は sucrose 高張液灌流時にも観察された. 一方 100 mM  $K^+$ ・14 mM  $Na^+$  を含む sucrose 高張液から 100 mM  $K^+$ ・14 mM  $Na^+$  を含む等張液に戻した場合にも第3 component の発現がみられたので, これは膜電位に無関係な収縮であることがわかる. 細胞内電位の測定結果もこれを支持した. 0.33 T 低張液灌流時にも sustained な張力増大がみられたが, 外液  $Ca^{++}$  濃度の変化や筋伸展に比較的 insensitive であった.

**188.  $Cd^{2+}$  の心筋収縮力減弱効果に対する各種拮抗剤の作用.** 堀内 暲子, 林 秀生\* (日本医大, 第二生理・埼玉医大, 第二生理\*)

Application of low concentration of cadmium (10  $\mu$ M) reduced the contractility of a frog everted sinus-atrium preparation to approximately 50 percent, while no noticeable change was found in the size and shape of action potentials recorded with a suction electrode.

$Ca^{++}$  and adenosine triphosphate (ATP) restored the cadmium induced reduction in contractility to the normal control level, however, the mechanism of counteraction seemed to be different, i. e.,  $Ca^{++}$  and  $Cd^{++}$  was competitive, but ATP and  $Cd^{++}$  was non-competitive.

Divalent cations were examined whether they could counteract against  $Ca^{++}$ .  $Sr^{++}$  restored the reduced contractility, however, no appreciable recovery was observed for  $Be^{++}$ ,  $Mg^{++}$  and  $Ba^{++}$ . No competitive type of counteraction was found between  $Sr^{++}$  and  $Cd^{++}$ .

EDTA, BAL and cysteine counteracted against  $Cd^{++}$  by chelating, but  $Na_2S_2O_3$  was not effective.

**189. カエル心房筋の弛緩機序.** 後藤昌義, 斎藤雅彦, 和田泰男, 八谷アツ子 (九大, 医, 第二生理)

Caffeine, La また Na 不足などの各種条件下に食用ガエル心房筋の弛緩機序を二重隔絶膜電位固

定法を用いて解析した。Caffeine は顕著な陽性の変力作用を示すが、20~50 mM の高濃度の caffeine 作用下にも、カエル心房筋は強力な攣縮と完全な弛緩を示して拘縮を発生しない。これは 3 mM で拘縮を発生し、100 mM で筋小胞体 SR の機能を失う骨格筋と対比的であり、カエル心房筋の収縮弛緩の発生には SR の役割が小さいと推測される。

また心房筋では caffeine が表面形質膜の Ca 電流  $I_{Ca}$  を増強して収縮張力を増大せしめ、La (1 mM) は  $I_{Ca}$  を抑制して発生張力を顕著に抑制するが、これらの事実は攣縮またその変力効果に表面膜ことに  $I_{Ca}$  が主役を果していることを物語る。他方、caffeine も著効を示さない弛緩機序について、外液 Na 濃度が顕著に影響し、Na 不足 (1/2~1/10) は  $I_{Ca}$  を増大、また Na-Ca 交換機序により収縮張力を増強するとともに、弛緩を抑制する。SR への Ca 取込みは Na 不足により増強するという文献に照し、弛緩にも外液の Na また表面膜が主役を果しているといえよう。しかし弛緩に SR が全く関与していないとい切れない面もある。La 作用下に表面膜機能を抑制しておく、caffeine は弛緩を抑制するのみでなく、また通常、単独では収縮抑制を示す La は caffeine 作用下に逆に収縮張力を増強、弛緩を抑制する。しかし、これらの所見も収縮、弛緩における SR の 2 次的な役割を示すに過ぎないと考えられる。

## 15. 骨 格 筋 (191—205)

191. カエル骨格筋の収縮と外液  $Ca^{++}$ . 小坂功, 太田 勲, 永井寅男 (札幌医大, 第一生理)  
カエル (*R. japonica*) の semitendinosus muscle から分離した単一筋線維の mechanical responses と sartorius muscles における membrane bound, selfexchangeable Ca fraction について、外液 Ca 濃度を EGTA 添加により激減した条件下で検討した。

1. Twitch は Ca-free + 1 mM EGTA 下でも直ちに消失せず、7~8 分間持続した。

2. 上の条件下で消失した twitch は 1.8 mM Mg の添加により回復したが、その tension は

### 190. 心筋の healing-over の動力学的研究.

西江 弘, 大地陸男\* (東大, 医, 第二生理・自治医大, 第一生理\*)

心筋における healing-over, 損傷電位の消失は Ca イオンを必要とします。モルモットの右室乳頭筋を用いて、sucrose-gap 法により筋切断後の損傷電位を記録し、その回復過程, healing-over を規定するものは Ca イオンとあるレセプター結合反応であることを想定して、熱力学的に解析を行い、その反応様式を検討しました。Mn イオンの healing-over に対する影響, ouabain 作用下での損傷電位の消失の観察などと合わせて healing-over の機序について論じる。溶液の Ca イオン濃度及び温度を変え、損傷電位を記録し、その回復時間の逆数比を相対的反応量として Ca イオンに対する dose-response curve を求めた。それから結合反応における結合定数  $K_e$ , 反応次数  $m$  を決め、熱力学的計算式により標準エントロピー変化を算出し、正の変化であった。また rate constant ( $\tau^{-1}$ ) の活性化エネルギーは約 11 kcal/mole であった。

Mn イオンは healing-over を遅くしないこと、また ouabain は逆に healing-over を遅くすることから、損傷による Ca イオンの細胞内流入が gap-junction 近くにあるレセプターの構造変化を伴う、Ca イオンとの反応が rate-limiting であろうと推論される。

$Ca^{++}$  存在下の 1/2 程度にすぎなかった。

3. Twitch の消失後も K-contracture は認められ、peak tension は control とほとんど変りないが、弛緩速度は明らかに増していた。

4. Caffeine contracture は twitch 消失後も control と全く変りなく認められた。

5. 180分間  $Ca^{45}$  でラベルされた筋の self-exchangeable Ca fraction は 1 mM EGTA によりほとんど影響されなかった。

6. Washout の途中、20分から30分の10分間、50分から60分の10分間、Ca-free + 1 mM EGTA, K-Ringer を作用させると明らかな self-ex-

changeable Ca fraction の減少が認められた。

以下より、外液 Ca は membrane に対する stabilizer としての作用の他に、E-C coupling process に重要な役割を果しているものと思われる。

**192. 低カルシウム下における筋線維の興奮と収縮.** 堀田 健, 山本喜通, 白瀬芳隆 (名古屋市大, 医, 第一生理)

EGTA-Ca で  $10^{-7}$  M に調整した低カルシウムリングル中に骨格筋線維を浸すと膜電位はやや浅く ( $-70$  mV) なるが刺激によって数回強く収縮する。数分後発生張力は急速に衰え、活動電位は観測されなくなる。低カルシウム中であっても  $2$  mM Mg 存在下では張力の減退はずつとおそい。収縮が認められなくなったときにカルシウムを添加しても回復はしなかったが正常リングルに戻せば短時間のうちに膜電位が深くなり、張力はもとのレベル近くまで回復する。以上のことは低カルシウム環境では細胞内カルシウムの流出によって筋の活動が抑制され、かつマグネシウムはカルシウムの流出および流入を抑制していることが推察される。 $^{45}\text{Ca}$  を用いた実験結果も上の考えを支持している。細胞内カルシウムの局在部位について筋線維のピロアンチモン酸染色固定標本の電顕による検索では細胞膜の内面、小胞体内部およびミトコンドリアに沈着が認められた。EGTA 処理によってこれらカルシウムの減少をもたらすことが分った。

**193. Glycerol effect における E-C coupling 抑制の機構.** 藤野和宏 (防衛医大, 第一生理)

The present aim is to elucidate the excitation-contraction (E-C) coupling mechanism, in the light of an intimate relationship between 'glycerol effect' (Nature 192: 1159, 1961) and structural changes in muscle cell.

Results: 1) The characteristic change of contractility in 'glycerol effect' appears also in muscle cells without T-tubules (frog heart ventricle). In skeletal muscle cells (sk. m.) of frog, the inhibition of contraction due to the pretreatment occurs with both glycerol and urea, while in heart muscle (h. m.) (frog, cat,

guinea pig) it does not with glycerol. Electrophysiological studies indicate that the inhibition is not related to the membrane excitation event.

2) Electron microscope studies give results that (a) sub-cell surface flattened cisternae (h. m.) are a Ca-store, (b) the pretreatment evokes structural alterations between the store and cell-surface increase of distance between them-h. m., disjunction-sk. m. and h. m., thickning of T-and-SR-membrane- at least in sk. m., and (c) in sk. m., the triadic junction feet and the adjacent light area dislocate as an unit.

**194. 骨格筋の横管・側囊系における興奮の伝達の機構について.** 五十島太郎, 佐藤義昭 (聖マリアンナ医大, 第二生理)

1. カエル骨格筋線維束を用い、電場刺激による単収縮と外液イオンの組成との関係を測定した。

2. 低温 ( $7^{\circ}\text{C}$ ) において、Mn イオンの単収縮抑制効果は減少した。低温にて  $15\sim 30$  mM の Mn リングル液に浸漬した後、 $20^{\circ}\text{C}$  との正常リングル液に移すと、Mn イオンによる抑制効果は除かれたが、その後  $20^{\circ}\text{C}$  のリングル液中において筋線維は約 30 分にて痙縮状態に入いった。これは一種の Mn イオンの後作用と考えられる。同様の現象はコリンイオンについても認められた。

3. Ca イオン欠  $1.8$  mM Mn リングル液および  $1$  mM Mg EGTA を含む同液液中にて、単収縮は僅かに減少を示すのみであった。また、後者の液中にて  $7.5$  mM の Mn イオンは  $20^{\circ}\text{C}$  にて、単収縮を完全に抑制した。このことは、Ca イオンの興奮時における influx の増加を Mn イオンが抑制することによるとする influx 仮説を支持しないと考えられる。

4.  $30$  mM Na リングル液中にて、単収縮は僅かに増大し、同液中にて  $20^{\circ}\text{C}$  にて  $7.5$  mM Mn は単収縮を完全に抑制した。また Na 欠 choline リングル液中にて、張力発生は完全に消失した。この場合、Mn イオンによる完全抑制が発現するまでの時間は、 $30$  mM Na リングル液中にては、正常リングル液中より短いことが認められた。

**195. 骨格筋線維内部膜の特性.** 名取礼二, 馬

詰良樹 (慈恵医大, 第一生理)

矩形波電流刺激による筋線維鞘剝離標本 (Mf) の伝搬性収縮において、活動電位様の slow potential が観察されることを前回報告した。Gas-laser 光を微小電極挿入部に照射し、電位変化と回折スペクトル散乱光量変化とを同時記録する電位変化の時間経過に比して光量変化を指標とした収縮の時間経過は緩徐であり、電位変化が収縮に先行することが示唆される。なお Gas-laser 光の回折光量を指標とした収縮の機械的変化の時間経過は高速顕微映画における収縮変化のそれに近い。

強縮刺激において、刺激頻度 8 Hz までは電位変化の重合を認めないが、10 Hz 以上になると重合する。20~60 Hz の強縮刺激における重合の経過は周期的増減 (周期約 0.4 sec., 16~18°C) を示す。興奮収縮連関の機序に対し一つの示唆を与える。

内部膜系の弾性によって Mf 標本を伸展したとき筋肉節長が 6  $\mu$  に達し、thick filament の間から thin filament が抜け出して も筋肉節が断裂しない。このような標本を用いれば生理状態の thick filament と thin filament の性質を別々に観察することができる。筋肉節長 6  $\mu$  以上に伸展した Mf 標本に直流通電すれば thin filament の配向変化が生じ、これが抽出した actin における成績とほぼ一致する。抽出したタンパク線維の知見を生体内のそれに転用するための基礎事実になる。

196. 興奮収縮連関におよぼす重水の影響。八木 忍, 遠藤 実 (東大, 医, 薬理)

Kaminer らはすでに重水が、興奮収縮連関を抑制することを報告しているが、その機序をカエルおよびアフリカツメガエルの単一筋線維を用いて、さらに検討した。

リンゲル液の水を重水に置換すると、細胞外記録の活動電位は全く変化しないが、単収縮張力は速やかに10%以下に抑制される。K 拘縮は重水中で閾値が高く、最大張力は小さい。Caffeine 拘縮はわずかに閾値が高く、低濃度で抑制が見られるが、5 mM 以上の caffeine 存在下では、拘縮が変りなく起こる。Skinned fiber の Ca 収縮もほとんど変わらない。したがって収縮系は重水によって抑制されないと考えられる。筋小胞体の“脱分

極”による Ca 遊離は重水中でもほとんど変わらないが、Ca イオン自身および caffeine による Ca 遊離は重水中で比較的強く抑制される。この Ca イオン自身による Ca 遊離が、重水の興奮収縮連関抑制の原因ではないかという考えは、1) 興奮収縮連関の重水による抑制は速やかに生ずるのに反して Ca イオン自身による Ca 遊離を反映する caffeine 拘縮の重水による抑制は時間が経って初めて明らかになること、2) Ca による Ca 遊離をさらに強く抑制する procaine が K 拘縮を抑制しないことから否定される。以上のことから、重水の作用機序は、T. system の脱分極が筋小胞体に影響をおよぼす過程を抑制するためと考えられる。

197. ホルムアルデハイドの筋収縮に対する作用。鷲尾 宏, O. F. Hutter\* (三菱化成, 生命研, 脳神経生理・グラスゴー大, 生理\*)

Formaldehyde (10 mM) produced rapid failure of potassium contracture. The amplitude of the potassium contractures fell quite nicely on a line describing an exponentially declining process with a time constant of about 2 min. The results of resting potential obtained were rather variable. Therefore, it seemed desirable to test the effect of formaldehyde on the muscle fibre in a way which altogether ruled out changes in the resting potential. These experiments confirmed that abolition of the contractile response was independent of any depolarization formaldehyde might produce and that it proceeded as quickly as was indicated by the K-contracture experiment.

Thus formaldehyde attacked E-C coupling in the earlier stage. However, at this stage almost full-scale contracture was observed in response to 10 mM caffeine.

198. 分離筋小胞体からの Ca による Ca 遊離。

高氏 昌, 鈴木稔子, 永井寅男 (札幌医大, 第一生理)

筋の興奮収縮連関の過程において、筋小胞体から Ca が遊離することが知られているが、この機構については現在なお明らかでない。最近、遠藤

(1970) や Ford や Podolsky (1970) は、名取の skinned fiber を用いて、筋小胞体から  $\text{Ca}^{++}$  により Ca が遊離することを報告している。われわれは、この現象が分離した筋小胞体 (以下分離SR) についても認められるかどうかを検討し、skinned fiber でえられた成績と同様の結果をえた。

カエル骨格筋から分離した SR に  $\text{Ca}^{++}$  をとり込ませた後、溶液中の  $\text{Ca}^{++}$  濃度を低下させると (pCa 5.9 および 6.1), とり込まれた Ca 量の約30% が遊離してくる。この遊離量は同一条件下で  $\text{Ca}^{++}$  のかわりに 10 mM coffeeine を添加した場合のそれよりやや少ない。

また、この  $\text{Ca}^{++}$  による Ca 遊離は、coffeeine による場合と同様、2~3 mM の procaine により抑制された。抑制の程度は、coffeeine の場合よりも弱い傾向がある。

$\text{Ca}^{++}$  のかわりに低濃度の  $\text{Mn}^{++}$  (0.7  $\mu\text{M}$ ) を添加しても Ca の遊離はほとんど認められなかった。

以上、分離 SR についても  $\text{Ca}^{++}$  により Ca 遊離が認められる事実を報告した。

**199. 骨格筋膜系における ATP 関連酵素の局在性と  $\text{Mn}^{2+}$  の効果.** 酒井良介, 西島博明, 酒井敏夫 (慈恵医大, 第二生理)

ウシガエル骨格筋の分離筋鞘 (SL), 筋小胞体 (FSR) ならびに無傷摘出縫工筋 (W. M) を使用し,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  存在下の膜局在酵素の活性を検討した。

1) ATPase 活性は 3 者共  $\text{Ca}^{2+}$  で活性化され,  $\text{Mn}^{2+}$  によって抑制された。2) FSR の adenylate kinase 活性は ATP 活性と同様であった。しかし, SL および W. M では  $\text{Ca}^{2+}$  で活性化されたが,  $\text{Mn}^{2+}$  により W. M のそれは抑制された。3) SL と FSR の AMP deaminase 活性は  $\text{Ca}^{2+}$  によって活性化された。しかし,  $\text{Mn}^{2+}$  により明らかな活性の抑制が示された。FSR では活性化の比率が低下したにすぎなかった。一方 W. M では  $\text{Ca}^{2+}$  存在下で活性化は極めて低かった。4) 5'-nucleotidase 活性は FSR, W. M において  $\text{Ca}^{2+}$  によりわずかな活性化があるが,  $\text{Mn}^{2+}$  により著明な活性の増大があった。以上の結果から adenylate kinase は SL の外表面には存在せず SL の内面に存在する。また, 5'-nucleotidase

は SL に存在せず SR 膜由来の酵素であろうと思われる。

**200. Activation heat (活動化熱) とトロポニン-カルシウム結合反応熱.** 山田和広, 真島英信, 江橋節郎\* (順天堂大, 第二生理・東大, 医, 薬理\*)

Heat of reaction of troponin with calcium ions was measured using heat-conduction micro-calorimeter in the presence of 0.1 M KCl and 40 mM carnosine (pH 7) at 10°C. Troponin-bound calcium was first removed by passing the protein through the column of Dowex-Al chelating resin.  $\Delta H$  of troponin-calcium reaction so obtained was around -11 kcal/mole calcium in the presence of 1 mM  $\text{MgCl}_2$ . In the absence of Mg, on the other hand,  $\Delta H$  was less than this when calcium was bound to the 1st sites showing higher affinity than the 2nd ones.

Changes in sedimentation pattern following removal of calcium from troponin and the subsequent reapplication of calcium to the protein showed that the heat of troponin-calcium reaction was not due to the strong association of the protein molecule following calcium removal and subsequent dissociation with calcium binding. Proton was not released from troponin following calcium binding at pH 7. From these standard entropy changes of the reaction in could be obtained, giving negative value of -11~-17 cal/mole K. From  $\Delta H$  of the troponin-calcium reaction, heat of troponin-calcium reaction muscle was estimated to be around 2.5 mcal/g, which is comparable to the activation heat.

**201. 骨格筋の単収縮増強物質の活動状態におよぼす効果.** 真島英信, 九嶋宏樹 (順天堂大, 医, 第二生理)

カエルの半腱様筋からえられる直径 800  $\mu$  以下の筋束について, 単収縮の活動状態曲線を, 張力曲線, 負荷速度関係および直列弾性要素の負荷伸展開係から計算する作図法, あるいはその簡便法

である張力微分加算法によって描いてみると、最大値の70~80%に達するのみでプラトーを形成しない。しかし単収縮増強物質  $\text{SCN}^-$  (11mM),  $\text{Zn}^{++}$  (0.05 mM), カフェイン (2 mM), などの存在下では100%に達し、上昇速度が増大し、プラトーが形成され、持続時間も延長される。すなわち活動状態が単収縮ですでに100%に達するというのは誤りで、これら増強物質は活動状態の持続時間のみならずその上昇速度や強さをも増強するといえる。

## 202. カエル骨格筋の熱弾性と筋節長の関係。

松原三郎, 酒井敏夫 (慈恵医大, 第二生理)

カエル骨格筋の熱弾性を推察する目的で外液温度を変化させながら、等尺状態でその張力変化を観察した。正常リングル液中では約5°C以下の冷却により、不規則な張力発生が見られるが、procaine 存在下では張力発生は見られず、古来からの報告の如く高弾性異常が観察された。 $\Delta P/\Delta T \cdot P_1$  ( $\Delta P$ ; 張力変化,  $\Delta T$ ; 温度変化,  $P_1$ ; 種々の筋節長における静止張力) の値は等尺状態での熱弾性を良く示すものであるが、procaine 存在下で縫工筋の値を観察したところ、 $2.3 \mu$  以下では負の値を示し、 $2.3$  から  $2.7 \mu$  迄は正の値を示した (頂点は  $2.5 \mu$ )。また、 $2.7 \mu$  以上では再び負の値を示した。単一筋線維では、 $2.3 \mu$  以下では同様に負の値を示すが、正の値は  $3.5 \mu$  迄持続した (頂点は  $2.7 \mu$ )。名取の筋線維鞘剥離標本では  $4.0 \mu$  以上であっても正の値を示した (頂点は  $3.0 \mu$ )。また、名取の線維では高弾性異常の性質は  $\text{Mg-ATP}$  に大きく依存する。Thick, thin filament の overlap が無くなっても名取の線維では高弾性異常を示すが、 $3.9 \mu$  で観察したところ  $\text{Mg}$  イオン非存在下においても高弾性異常を示した。以上の結果は、各筋節長において、収縮蛋白系、筋線維鞘、内部膜の3者が弾性々質に関する割合が異っていることによるものと考えられる。

203. 除神経横隔膜のカフェイン存在下における収縮。砂野 哲, H. リュルマン, 宮崎英策 (キール大, 薬理・札幌医大, 第二生理)

The potentiation of the twitch contractions and the elevation of basic tone by the application of caffeine were observed in the denervated

rat diaphragm being stimulated repetively, while only the potentiation of the twitch contractions was observed in the innervated preparations. The elevation of basic tone seems to be active one, since each twitch contraction curve showed downward deflection. When a single pulse of stimulation was applied in the presence of caffeine a twitch contraction followed by small sustained contraction of 10 to 20% in the height as compared with that of twitch contraction was observed. TTX, when applied during the sustained contraction, blocked this contraction. Increment in Ca or K concentration also blocked the sustained contraction.

The sustained contraction ceased by the application of d-tubocurarine. Prostigmine and edrophonium showed dual action, i. e. inhibition at lower concentration and potentiation at higher concentration. Electrical activities showed the action potential followed by deep after-hyperpolarization and after-burst of spikes. Anodal break excitation was easier to be observed in the denervated muscle. From these the origin of these sustained contractions was discussed.

204. 温血動物外眼筋の生理学的組織化学的性質。山本毅征, 問田直幹 (九大, 医, 第一生理)

ウサギの上斜筋, 上直筋および牽引筋において, succinic dehydrogenase (SDH) と myosin ATPase 染色を行うことにより, 組織化学的に3種の muscle fibre に分類できた。すなわち上斜筋, 上直筋は共に red muscle type, intermediate muscle type, white muscle type の混合筋であり, 3~6層の層構造を示した。

最外層は直径  $10 \mu$  内外の主に red type の小さな細胞群より成り, 内層へ向うに従って intermediate type, white type が増え, それと共に細胞の直径も大きくなる。牽引筋も3種の muscle type よりなる混合筋であるが, 層構造は認められず, また intermediate type の占める割合は他の2筋に較べ極端に少い。SDH 染色による比較的大きな細胞より成る内層の muscle type の比

は、上斜筋では red type 38.0%, intermediate type 25.2%, white type 36.9% であり、上直筋ではそれぞれ 48.4%, 23.3%, 25.8%, 牽引筋では 25.2%, 4.6%, 70.1% であった。

このように外眼筋によってそれを構成する muscle type が異なることが上斜、上直筋で 30 Hz 以上の刺戟で完全テタヌスおよびカリウム拘縮を発生するが牽引筋ではテタヌスの一時的減少やカリウム拘縮を発生しがたいといった特徴を与えると考えられる。

**205. 食用カエル骨格筋線維群の浸透圧について.** 上田五雨, 別府穂積, 富田和英, 竹岡みち子 (信州大, 医, 順応医研)

1. Two convenient methods were developed to measure the osmotic pressure. In one of them, a needle-type thermistor was inserted into muscle-fiber bundles, and in the other into diluted solutions of the homogenates.

2. The data of bullfrogs kept in natural environment in February were from 330 to 307 mOsm for sartorius, gastrocnemius, tibialis

anterior and semitendinosus. When the bullfrogs were kept in 20°C water for 3 weeks, the values were lowered to 291 to 247 mOsm.

3. When excised muscles were kept for 3 hr in various concentrations of external solutions, the osmotic pressure tended to reach those of external solutions, although the thicker samples like gastrocnemius were slower in reaching the equilibrium. The equilibrium toward the hypotonic external solution seemed, also, to be slower.

4. The values for the homogenates were higher than those of the whole muscles. The ratio ranged from 1.07 in sartorius to 1.46 in tibialis anterior.

5. Water absorption of the muscle produces a decrease in cellular osmotic pressure. However, the water absorption of 0.2 mM-DNP treated muscles in 0.68% Ringer was more than that of the control in spite of the increased osmotic pressure.

## 16. 筋運動と制御 (206—211)

**206. 表面筋電図と神経筋単位発射の関係について (3).** 鮫島宗弘, 寿原健吉, 鈴木宏哉, 古田信子, 昌本京子, 尾崎久記, 堅田明義\* (東京教育大, 教, 生理・東京学芸大, 養護\*)

**207. 排尿反射機構のシミュレーションによる考察.** 菊地 真, 山田明夫, 伊藤寛志\* (東京女子医大, 医用技研・第二生理\*)

筆者らは雑種イヌ約20頭を用い静脈麻酔下で動物実験を行った。37°C生理食塩水を膀胱内に注入し、双極針電極により膀胱筋電図を同時記録しながら膀胱内圧および排尿管流波形を観察した。排尿反射系路の機能変化にもとづく影響を明らかにするため本結果を用いてモデルを作成し、デジタル計算機によりその挙動を解析した。今回の報告では各部位の特性変化が系におよぼす影響について生理学的に検討し次のような結果をえた。

1. 貯尿期における膀胱内圧のゆるやかな脈動は筋収縮と壁内受容器ループにより発生し、周期

は神経路反射時間にほぼ比例する。

2. 膀胱の伸展、収縮に際し壁内受容器は周囲組織により筋の数10%前後の変化が伝わる。

3. 上位中枢における膀胱内圧上昇の抑制は求心パルスに対する固定型ではなく可変型であると推定される。

4. 排尿末期には尿道受容器-陰部神経-仙髄を介するループにより脈動が生じる。

**208. 視覚入力遮断の随意運動に与える影響.**

斉藤 進, 山辺紘武, 片平清昭, 須田 滉, 塚原 進 (福島医大, 第二生理)

一般に手と足の随意運動は、眼を閉じると動作が小さくなることがわかった。例えば紙などに適当な円を書き、次に眼を閉じてその円をなぞってみると後で書いた円は前の円より小さくなる。円ではなく文字や線などを書いた場合でも眼を閉じると動作は必ず小さくなり、それに比例するように運動の速度も遅くなった。動作に要する時間

はほとんど変わらない。このように、動作の大きさは運動の速度と関係するようである。

この現象は足の運動でも見られたが、歩行運動はこれとは異なる。平地を歩くときの歩幅は開眼時と閉眼時とでほとんど変わらない。それに対して坂道の上り下りの場合には、閉眼で明らかに歩幅は小さくなった。

眼の動きについて閉眼の効果を調べると非常におもしろい。閉眼と暗室で開眼しているときとでは眼の動きが全く違う。開眼では何も見えなくても思い通りに眼球を動かすことができる。ところが眼瞼を閉じると同じことができなくなる。特に眼球が外側に向うときに行き過ぎてしまう。このことから、ともに動眼神経支配の上眼瞼挙筋と内直筋のはたらきが密接に関連していることが考えられる。

**209. 単純反応時間反応におけるサルの運動野ニューロン活動.** 弓矢治秀 (弘前大, 医, 第二生理)

This experiment was concerned with variability of activities among the motor cortex neurons at the initiation of the voluntary movement. Three monkeys were trained to extend the wrist promptly following a cue light. After the identification of the cortical efferent zone by means of intracortical microstimulation (ICMS) method, unit activity was recorded from this identified zone by the same microelectrode during the wrist extension task. From the wrist extension zone, 38 units were recorded, and neurons except for one were found to increase in discharge rate during the task. The time relation between discharge increase and EMG increase was varied among different neurons: the earliest neuronal activity preceded 60 msec to EMG increase, while the latest one succeeded 135 msec to it. In contrast with such large variability among neurons, inter-trial variation of this time relation in each neuron was rather small: quartile deviation was about 10 msec. The zone including the neurons that had earlier onset generally required high intensity ICMS for evoking EMG

response and vice versa.

**210. Locked と unlocked スパイク分離による伸張反射解読過程の解析.** 本間三郎, 溝手宗昭, 中島祥夫 (千葉大, 医, 第一生理)

筋を低振幅, 高頻度に振動すると Ia 線維発射のみを誘発することができる。この Ia の発射が単シナプス性に運動ニューロンに伝達されれば, 振動筋の運動単位のスパイク間隔は振動周期の整数倍である。従って振動とスパイクはよい相互相関にある。スパイクは振動に locked されているという。振動が持続すると Ia 発射は多シナプス性に運動ニューロンにおよび, その活動を促進する。そのことにより発生した運動ニューロンスパイクは, 振動と相関していない。Unlocked スパイクという。前根切断末梢端を反復刺激し, ガンマ運動神経を活動せしめると, それにより発生した Ia 発射は反復刺激に locked されている。それに振動を加えると Ia の発射は振動に locked されてしまう。ヒトに軽い随意運動を命じ, そこに振動を加えたとき, 発生した運動単位から振動に locked しているスパイクとそうでないスパイクを分離した。Locked スパイクには随意運動中ガンマ運動神経の活動で発生していた Ia 発射によるスパイクが含まれており, unlocked スパイクは随意運動中のアルファ運動神経の活動によるものとし, アルファ・ガンマ連合の比をもとめた。軽い随意運動でその比は 1 対 2.4 の割合であった。

**211. 敏捷性動作に先行する抑制現象.** 矢部京之助, 村地俊二, 佐野節子 (愛知県コロニー, 発達障害研, 治療)

主働筋にかかる随意的な緊張を加えた静的状態から, 光刺激に応じてできるだけすばやく反応動作をおこすと, 動作に先行して主働筋に筋放電の休止期 (silent period) が出現する。本実験はこれまでの一側肢の肘関節伸展動作に加えて, 両側肢の同時伸展動作, 選択反応動作, 対側肢にみられる silent period について検討を加えた。その結果, つぎのことが明らかになった。

1. アテトーゼ型脳性マヒ, 痙性片マヒ (各 1 名) についてみると, 前者では動作前 silent period は観察できず, 後者についても患側肢では観察できなかったが, 健側肢には 22% の出現をみ

とめた。

2. 単純反応と選択反応を健康成人5名の平均値と比較すると、単純反応では右腕が14%、左腕が18%、選択反応では右腕が26%、左腕が23%であったが、有意な差ではなかった。

3. 左右肘関節の同時伸展動作を行なうと、左右上腕三頭筋に時期を同じくして動作前の silent period が観察された。

4. 指示された一側肢の伸展動作をおこすと、

動作をおこさないように指示した対側肢の主働筋(同名筋)に silent period がみとめられた。この対側肢の silent period は試行回数の増加とともに増大する傾向がみられた。

5. 同一の運動神経支配下の筋では同時期に動作前 silent period が出現するので、この現象は脊髄前角の運動ニューロンの興奮水準が変化したことを示唆するものといえる。

## 17. 接 合 部 (212—223)

212. アルキロールアンモニウム誘導体の終板におよぼす効果. 前野 巖, 安楽満男 (鹿児島大, 医, 第二生理)

アセチルコリン (ACh) 電位に対するアルキロールアンモニウム誘導体の効果を検討中に dimethyldiethanolammonium (DMDEA) が非常に特異的な効果を示すことを見出した。DMDEA は抗コリンエステラーゼ作用によって ACh 電位を増強するだけでなく、ACh 電位の逆転電位も変化させるようである。そこで、カエルのサルトリウス筋を使用し、膜電位固定法により終板電流-膜電位間の関係を調べることにより、逆転電位が DMDEA の投与で変化するか否かを検討してみた。すでに良く知られているように、終板電流の逆転電位は通常約  $-15$  mV であるが、 $2$  mM DMDEA の作用後はこれが約  $+40$  mV に変化した。膜電位が  $-100$  mV のレベルでは終板電流の大きさがほとんど変化しないことから、DMDEA の効果は終板部における K イオンの透過性を選択的に抑制するためではないかと考えられる。

213. 神経接合部に対するハチ毒の作用. 川合 述史 (東京都神経研, 病態神経生理)

The effect of the venom of hornet (*Vespa mandarinia*) on arthropod neuromuscular transmission was studied using lobster walking leg nerve-muscle preparation. After an application of crude venom, both epp's and ipsp's were initially enhanced then gradually suppressed with decrease in membrane resistance and membrane depolarization. By gel-filtration of the venom component using Sephadex G-25, it

was found that the venom contains a fairly amount of serotonin which is responsible for the initial augmentation of psp's. A fraction containing high molecular substances caused suppression of epp's while ipsp's were preserved. The resting membrane potential and the membrane resistance were little affected. Miniature potentials and sensitivity to glutamate were persisted in poisoned muscles. The result suggest that hornet venom contain the substance which selectively block excitatory postsynaptic potentials in crustacean neuromuscular junctions.

214. ザリガニ神経・筋に対するオイゲノールの興奮抑制作用. 尾関正寛 (山梨大, 教育, 生物)

ザリガニ腹部単一巨大神経に微小ガラス電極を刺入して神経の興奮性に対するオイゲノール作用を調べた。静止電位は  $100$  ppm までほぼ変わらず、 $200$  ppm で  $3.5$  mV 脱分極をした。閾値は  $50$  ppm を作用すると  $18.5$  mV から  $20.9$  mV に上り、 $100$  ppm 作用下では興奮は起こらなくなった。活動電位の大きさは  $50$  ppm を作用すると  $112.8$  mV から  $110.6$  mV にわずかに減少した。伝導速度は約半分に減少した。 $50$  ppm 作用下の神経の長さ常数 ( $\lambda$ ) は脱分極側で  $1.85$  mm が  $1.50$  mm に過分極側で  $2.53$  mm から  $2.77$  mm に変化した。また膜抵抗 ( $R_m$ ) は脱分極で  $963 \Omega \text{ cm}^2$  から  $638 \Omega \text{ cm}^2$  に過分極側で  $1,800 \Omega \text{ cm}^2$  から  $2,166 \Omega \text{ cm}^2$  に変化した。4本の神経の膜抵抗 ( $R_m$ ) は  $100$  ppm を作用すると脱分極側で平均47%に、過分極側で平均26%に減少した。生理的食塩水中の各種イオンを

非透過性イオンで置換した後100 ppm を作用して Rm の減少率を調べたところ、無 K 液で Rm の減少が最も少なく、次が無 Na 液であった。無 Cl 液では正常食塩水液の場合と同じ減少率を示した。神経筋接合部電位は 50ppm で 1/2 になり 100ppm では起こらなかった。100 ppm 作用下の神経下膜の L-グルタミン酸および GABA の作用は変わらず、筋線維膜の電気的特性も変化しなかった。

#### 215. 神経筋伝達に対するセシウムイオンの効果. 竹内宣子, 梅原順子 (順天堂大, 医, 第一生理)

Effects of Cs ion on the neuromuscular junction of the frog were studied using the intracellular microelectrodes. Shortly after the addition of Cs ions, substituting for Na in the normal Ringer's solution, no appreciable change was observed in the frequency of the spontaneous m. e. p. s. But, a prolonged application of Cs induced a gradual increase in the frequency. The time course of this increase in the frequency was dependent on the concentration of Cs applied. When Cs was washed out, the increased frequency was gradually decreased to the control level. The time course of the frequency increase by Cs was highly sensitive to a small change in the concentrations of K and Ca ions, but not markedly influenced by Cl or Na concentration.

The end-plate current, recorded by the voltage clamp method, was augmented by the application of relatively low concentration of Cs, without significant shift in the reversal potential. This effect produced by the low concentration of Cs was mainly caused by an increase in the quantal content of the transmitter release from the nerve-endings.

#### 216. カエル神経筋接合部におよぼす caffeine の作用. 小野寺加代子 (順天堂大, 医, 第一生理)

拘縮を起さない程度の濃度の caffeine ( $0.5 \times 10^{-4}$  g/ml $\sim 4.0 \times 10^{-4}$  g/ml) で終板電位 (e. p. p.) は増大し、微小終板電位 (m. e. p. p.) の出現頻度もその size に影響をおよぼすことなく増加す

る。Mg で伝達を阻害し、e. p. p. の出現の有無から quantum content を測定すると、 $2 \times 10^{-4}$  g/ml caffeine で約 1.5 倍、 $2.5 \times 10^{-4}$  g/ml caffeine で約 2 倍の増加を示した。外液中の Ca 濃度を変化させると e. p. p. に対する caffeine の増大効果が変わり、Ca 濃度が低い方がより効果が顕著に現われる。しかし、1/10 Ca ではしばしば、1/20 Ca ではすべての例で e. p. p. の増大は一過性になり、2~3 分で e. p. p. は control の大きさ以下になって、除去後も元に戻らない。神経に反復刺激を与えた後の e. p. p. の post-tetanic potentiation を見ると、その増強の程度や経過は caffeine 中でも正常 Ringer 中でもほぼ等しい。以上の事から caffeine は主に前シナプス神経末端に作用し伝達物質の遊離を増加させていると考えられる。さらに caffeine の効果が外液の Ca 濃度により変化する事、post-tetanic potentiation には caffeine は効果を持っていない事から、quantum content の増加は、おそらく、神経末端の store site からの Ca の遊離を通しての probability の増大によると考えられ、一たび caffeine によって Ca を遊離した神経末端は低 Ca 液中では再び Ca を十分に取込むことができないように思われる。

#### 217. 環流したシナプトソーム・ベッドからの伝達候補物質の遊離. 黒田洋一郎 (東京都神経研, 神経医化学)

モルモット大脳皮質を蔗糖溶液中でホモジナイズして、遠心分離によりシナプトソーム画分を調製した。これをクレブス・リングル液中に拡散させ軽く遠心して遠心管の底のナイロンのガーゼの上に沈着させ、その上にもう 1 枚のガーゼをかぶせ、サンドイッチ状にして“シナプトソーム・ベッド”にした。このベッドは酸素の十分な供給下、クレブス・リングル・グルコース培地中でインキュベートすると数時間にわたって、酸素、グルコースを消費し、ATP、乳酸等を産出し、いわゆる代謝活性を維持する。また脳切片と同様に環流、電気刺激、迅速な固定が可能である。ATP およびアデノシン関連物質は神経伝達候補物質として、最近注目され始めている。シナプトソーム・ベッドを $^{14}\text{C}$ ・アデノシン、 $^{14}\text{C}$ ・ATP、 $^{14}\text{C}$ ・5'-AMP と共にインキュベートすると、その取込み速度は $^{14}\text{C}$  アデニン、 $^{14}\text{C}$  イノシンに較べては

るかに大きかった。この現象は脳切片、ミトコンドリア・ベッドではみられない。取込まれた  $^{14}\text{C}$  アデノシンは約90%がアデニン・ヌクレオチドとして存在し、これを環流すると環流液中の  $^{14}\text{C}$  は約45%がアデノシンであった。電気刺激、50 mMの高カリウム刺激は  $^{14}\text{C}$  アデノシンを取込んだシナプトソームベッドからの  $^{14}\text{C}$  の遊離を増加させた。刺激時に環流液中に遊離された  $^{14}\text{C}$  の化学形態は刺激前と似るが、 $^{14}\text{C}$  アデノシン全  $^{14}\text{C}$  に対する比は増加した。

#### 218. アセチルコリン受容器のアミノ基化学修飾と pH. 丸橋寿郎, 佐藤 誠\* (熊本大, 教育・オレゴン大, 医, 神経研\*)

AChE 活性を抑えたアメフラン神経細胞のアミノ基を DNFB または trinitrobenzene sulfonate (TNBS) で化学修飾した場合、pH 7~7.2 では ACh によって生ずる膜コンダクタンス増大 ( $\Delta G$ ) は D-cell では DNFB, または TNBS の作用時間をまずと共により1次反応形式にしたがった減少が認められ、H-cell での  $\Delta G$  減少は2次反応形式であった。このアミノ基化学修飾を pH 7.4~7.6 で行なうと上の関係はくずれて、D, H 共に30~50分にわたって  $\Delta G$  の増大が認められ、さらに修飾を続けてはじめて  $\Delta G$  の減少が認められた。この  $\Delta G$  増大の期間は pH 7.4~7.6 の間で最もながく、増大の程度は30~50%であった。修飾により  $\Delta G$  の減少する速度は pH を増すごとに大となった。D の pH 7.4 で修飾した例について末端アミノ基が全く修飾されないと仮定した場合、 $\Delta G$  増大は1次反応形式をとり、これと蛋白末端分解酵素での結果とから  $\Delta G$  増大はリジン側鎖の修飾によると考えられ、H での  $\Delta G$  増大も同様であることが示唆される。pH 7 でピロキサル-5'-リン酸を作用させると H の  $\Delta G$  は非可逆的に抑えられ、さらに pH 8 で作用させると  $\Delta G$  の一過性増大が認められ、これから serine-AChE の間に介在するリジン側鎖の存在が考えられる。

#### 219. ラット中枢シナプス膜の神経伝達物質受容機能. 関谷 真, 菊野正隆 (上智大, 理工, 生化)

神経伝達物質受容体高分子の伝達物質によるコンホメーション変化を知る手段として、われわれ

は次のような方法を行なった。De Robertis らの方法によって調製した synaptic membranes (SM) を用い、中枢神経伝達機構における化学伝達物質受容体の検討を行なった。ラット大脳皮質から不連続蔗糖密度勾配遠心法によって、えられる SM について、タンパク疎水部探試薬 ANS (1-anilino naphthalene-8-sulfonate sodium salt) を用いて蛍光分光法によって ACh との作用および cobrotoxin ならびに erabutxin b についてその神経毒としての性質を調べた。SM と ACh の相互作用は  $6.3 \times 10^{-5} \text{ M}$  から  $5.0 \times 10^{-3} \text{ M}$  までの濃度の ACh 滴下による ANS 蛍光の消光によって観察された。その滴下消光曲線は明確に区分される2相の sigmoid であった。これは、SM に存在する ACh 受容部位が multiple であることを示唆する。しかしながら、 $5.4 \times 10^{-5} \text{ M}$  cobrotoxin および  $4.2 \times 10^{-5} \text{ M}$  erabutxin b によって ACh 滴下曲線は1相の sigmoid となり ANS 蛍光の消光が抑制された。SM の ANS 蛍光の ACh による消光率は cobrotoxin 濃度 ( $0.6 \sim 4.0 \times 10^{-5} \text{ M}$ ) に比例した。活性基である Lys 残基で27位および47位ものを修飾した cobrotoxin では、ACh の SM に対する作用の抑制効果が消失した。すなわち生理的な cobrotoxin の活性とよく一致した結果がえられた。以上の結果 ANS を用いた蛍光分光法によって ACh のごとき神経伝達物質の作用に伴う受容体のコンホメーション変化を追求できることを見だし、かつ、受容機能における受容膜疎水域の重要性も検討された。

#### 220. GABA と受容器間の反応について. 秋山豊宏 (自治医大, 第二生理)

シャコの心臓神経節歩調とり細胞に微小電極を2本刺入し通電とそれに伴う電位変化とを記録し、それらから膜伝導度を求めた。伝導度は GABA を含む生理的塩類溶液中と含まない溶液中とで交互に決定され、両者の差からある GABA 濃度による膜伝導増加分 ( $\Delta g$ ) が求められた。この  $\Delta g$  の逆数を  $[\text{GABA}]^2$  の逆数に対してプロットすると実測値はほぼ直線上にならんだ。また次に  $1/\Delta g$  を  $1/[\text{GABA}]$  に対してプロットすると実測値は二次曲線上にのることが見出された。すなわち  $1/\Delta g = A/[\text{GABA}]^2 + B$ , あるいは  $1/\Delta g = A'/[\text{GABA}]^2 + B'/[\text{GABA}] + C'$  (A, B, A', B', C'

は定数なる関係が実験的に成立していることがわかった。これらの実験式は GABA 2 分子が受容器 1 分子と結合して膜伝導度増加をひきおこす ( $2\text{GABA} + \text{Rc} \rightleftharpoons \text{GABA}_2 \cdot \text{Rc}$ ) という仮説でみちびかれる理論式と一致する。すなわち、細胞単位表面積当りの受容器総数を R, 結合型のを  $r$ , 外液単位体積中の GABA 分子総数を  $g$ , 上式の結合定数を K とし,  $g \gg 2r$  とすると  $1/r = 1/\text{KR}g^2 + 1/\text{R}$  となり最初の実験式と同じ形になる。また  $g > 2r$  では  $1/r^2 - (1/\text{KR}g^2 + 4/g + 1/\text{R})/r + 4/\text{R}g = 0$  となり,  $1/r$  を  $1/g$  の直線的にわかりやすい形では表現できないが,  $1/r$  の係数が  $1/g$  の 2 次式であるので  $1/r$  が  $1/g$  の 2 次式で表現できることが予想されるが, これは 2 番目の実験式に一致する形である。

**221. 有毛細胞-第 8 神経間のシナプス伝達の順応について.** 松裏修四, 古河太郎\* (大阪市大, 医, 第一生理・東京医歯大, 医, 第一生理\*)

聴器有毛細胞 (キンギョ) のマイクロホン電位は刺激音が持続するあいだ振幅に大きな変化がないが, 第 8 神経の EPSP は刺激の始まりから順次振幅を減じ急速に減衰する。この順応現象発現のメカニズムにシナプス下膜の伝達物質に対する感受性の低下が一定の役割で演じている疑いがあるので, 持続音を与えて順応現象が生じている際の EPSP の単位反応の大きさと順応発現前のそれとを比較して検討した。

伝達物質量子 1 個の放出によって生ずるシナプス電位すなわち単位 EPSP の大きさを求めるには, シナプス小胞の自発放出によって生ずる微小シナプス電位の直接観察によるか, あるいは音刺激によって生ずる EPSP の振幅のばらつきから求めた放出量子数の変異係数 ( $\text{CV} = \sigma/m$ ) から計算する方法によった。第 8 神経線維の細胞内記録によってえたデータから単位 EPSP の大きさを上記の方法によって求めると持続音の刺激の強度を若干 (1~3 dB) 上昇させることによって新たにおこされる EPSP についても, 対照としての EPSP や自発放出による微小 EPSP について求めた値とほとんど差がなかった。以上の事実より有毛細胞と聴神経線維間のシナプスにおける順応はシナプス下膜の伝達物質に対する感受性の低下に依存していないことが示された。

**222. 培養ニューロンの伝達物質感受性とシナプス形成.** 小幡邦彦 (東京医歯大, 医, 薬理)

新生ラットの上頸神経節から機械的に単一ニューロンを分離し, これをペトリ皿に集めて nerve growth factor を含む Eagle's MEM または重炭酸緩衝系 L-15 培養液で 1 週間~2 カ月間, 単層培養した。これを位相差鏡検しながら細胞内記録をおこない, 2 週間以上培養したものについて次の結果をえた。あるニューロンを刺激して活動電位を発生させると, 1~20 msec 遅れて他のニューロンに振幅 1~15 mV, 持続 20 msec 前後の脱分極性変化がひきおこされた。これは遅延がある, 振幅が段階的に変動する, 外液の Ca 濃度に依存する, 静止電位の増大にともなって増大することから EPSP であると結論された。この EPSP は低濃度のツボクラリン, ヘキサメトニウム, メカミラミンでブロックされ, フェントラミン, プロプラノロールでは影響されない。この EPSP は自発的にも発生し, この場合, 群発することが多く, また多くのニューロンにほぼ同期して発生した。適用したアセチルコリンには脱分極作用があり, コリン作動性シナプスが形成されていると考えられた。このコリン作動性ニューロンの起源につき考察した。

(本研究はハーバード医科大学神経生物学教室でおこなわれた。)

**223. ネコ視床下部腹内側核シナプス小胞の動態.** 中尾弘之, 武市昌士 (九大, 医, 精神)

ネコ視床下部腹内側核における S 型シナプス小胞の直径は約 300~900 Å であり, 神経終末はだいたい大きさの揃った小胞をもっていた。小胞の大きさからみると, フェノバルビタル麻酔 (Ph) に反対側腹内側核電気刺激 (ES・C), Ph のみ (Ph), Ph にクロルプロマジン追加 (Cp), Ph に同側腹内側核電気刺激 (ES・I), Ph にジアゼパム追加 (Dp) の順に小さな小胞が現われる傾向がみられた。神経終末内 S 型小胞密度は, ES・C, Cp, Dp とともに Ph より高くなった。ES・I については計測していない。S 型小胞がとうもろこし型に整然と配列している神経終末は, ES・C に多く, ES・I にはみられなかった。F 型小胞は ES・I に最も多く, ES・C に最も少なかった。これら変化がそれぞれの処置に対する特異的な変化かどうかは, まだ不明であ

る。

## 18. 研究方法 (224—228)

### 224. 微量液量の測定および記録装置の試作.

猪股孝四郎, 佐藤 匡 (岩手医大, 医, 第一生理)

唾液の分泌など微量液量の変化を測定するには従来いくつかの方法がある。しかし、その液量変化を自動的に記録することは案外厄介である。そこでわれわれは比較的簡便に液総量の変化を自動的に記録すると共に、単位時間内の液量変化をも記録する光電装置を試作した。その構造の概略を次にのべる。安定化電源を通じて点燈したスライドプロジェクターの光路に上下に長く幅の狭いスリットを入れ縦長のスリット光束を作り、この光束を円柱状ガラス容器 (液体貯溜管と称す) の中心軸を少しはずして投光すると、このスリット光束はガラス容器の下方の液体が存在する部分を通った光束と容器上方の液体のない部分を通った光束とは液柱の有無による屈折力の差異により判然と分離された光束となる。この内のいずれかの一方を光電素子で受光すれば液量の変化がスリットの長さの変化として電気的変動に変換される。この変化を増幅、記録すれば、この曲線は総液量の変化を表示する。また、光電変換量を特殊な増幅器 (例えば単位時間毎に増振器の出力が零電位に自動的に戻るような装置) に接続すれば単位時間内の液量の変化が表示される。すなわち、総液量の変化と単位時間内の液量変化とが同時に記録紙上に記録される、このように両者を比較検討するような場合にはすこぶる便利な方法である。

225. 半透膜で隔てられた酵素と基質の反応速度論 (II). 上河原良衛, 東 照正, 橋本正史, 魚住光郎 (阪大, 医, 第一生理)

酵素溶液と基質溶液を半透膜を隔壁として接触させると、分子量の小さい基質は半透膜を通り、酵素側へ拡散するが、酵素は分子量が大きく半透膜非透過性である。酵素側へ入った基質は酵素の作用を受けて生成物となり一部は半透膜を通過して基質側へもどる。これらはちょうど細胞内の酵素と細胞外液中の基質の關係に類似する。一つの室を半透膜で区切り、一方に酵素溶液を入れ、他方の室に基質溶液を流すと、その流出液中には、

基質および生成物が入っている。その基質または生成物の変化量を測定すれば、酵素の働きで変化を受けた基質の量、すなわち酵素活性がわかる。酵素溶液の室の基質濃度が均一であるとすれば、流入溶液中の基質濃度  $S_0$  と基質溶液の室の基質濃度  $S$  の差の 2 乗  $(S_0 - S)^2$  が無視できる範囲内では次の理論式がえられる。

$$\frac{I}{S_0 - S} = \frac{f}{EV_i} \left( \frac{K_m + \frac{EV_i}{KA}}{S_0} \right)$$

$E$ : 酵素濃度,  $V_i$ : 酵素溶液の室の容積

$f$ : 流量,  $K, A$ : 膜透過係数および面積

$K_m$ : ミカエリス定数

キサンチン酸化酵素, D-アミノ酸酸化酵素を材料として、この理論式が満足されることを実験的に確かめた。

226. レーザーマイクロプローブ (LMP) および X線マイクロアナライザー (XMA) による神経細胞内イオン測定を試み。小野塚 実, 田村憲正, 菅谷英一, 菅谷愛子\* (神奈川歯大, 生理・城西大, 薬学\*)

レーザーマイクロプローブ (LMP) および X線マイクロアナライザー (XMA) を使用して神経細胞内  $Ca^{++}$  および  $Mg^{++}$  の分析を形態と一致させて行なう方法を検討した。

ミスジマイマイ (*Euhadra peliomphala*) の食道下神経節中の形態的、機能的に同定可能な神経細胞を用いて測定を行ない次の結果をえた。

1. 活動期および冬眠期の同一種類の神経細胞では冬眠期の方が  $Ca^{++}$  が多い。

2. 活動期の D-cell は I-cell に比して  $Ca^{++}$  の含有量が少ない。

3. D-cell において軸索丘部は細胞体部に比し  $Ca^{++}$  の量が圧倒的に多く、 $Mg^{++}$  は  $Ca^{++}$  と全く逆の分布を示した。

4. 通常の電顕包埋法 ( $OsO_4$  固定, エポソ包埋) ではイオンの分布の変化が起るらしく凍結乾燥による方法と全く異なる分布を示した。XMA 使用に際して特に注意すべき点と考える。

5, LMP, XMA の試料作製においては凍結超薄切片が望ましいが, 技術的に, 特に蒸着に問題点がある。

227. 神経線維におよぼす重金属の影響-その検索方法について. 山田 守, 笠木 健, 笠木はるみ (鳥取大, 医, 第一生理)

当教室においては, 以前に Ni, Co 等の金属の作用を, カエル坐骨神経によって電気生理学的に調べた。その結果, 単一の刺激に対して数個の活動電位が発生するようになり, やがては自発的に興奮することが見られた。このことは金属イオンが神経に直接附着して作用することも考えられるので, その局在を検討することにした。まず光学顕微鏡により検索した。NiCl<sub>2</sub>-Ringer 液に浸したカエル坐骨神経を H<sub>2</sub>S 飽和アルコールで固定したものと, 同時間 Ringer 液にのみ浸した control との間でその差異を求めたが, 変化は見られなかった。そこで電子顕微鏡で形態的な差を見ながらマイクロアナライザ (日立 HXA-1) により神経線維の各部位における Ni イオンを求めた。NiCl<sub>2</sub> 浸のもの control との間には通常の形態的な差は見られなかった。HXA-1 による Ni パターンは OsO<sub>4</sub> 固定したものでははっきりした差異が見られなかったが, OsO<sub>4</sub> 固定しないものでは, 髄鞘部にそのパターンが見られるものがあった。このことから, 金属イオンをさぐる一方法になりうることが示唆される。

228. 骨生体内定量的脱灰法とその応用. 坂井友吉, 小林吉晴, 渡辺富久子\*, R. L. Cruess, & K. C. Hong\*\* (マルピー・サール, 医研・神戸女子薬大, 臨床生化学\*・マギール大\*\*)

An in vivo method inducing quantitative decalcification at the midshaft of the femur of adult rats was reported in detail. The surgically exposed femur was placed in a rubber tube at two holes with a slightly smaller diameter than the femur through a cut made running between the holes on one side of the tube. Both ends of the tube were set in the two plastic plates, which were tied together with two screws. Decalcifying solution was driven into and out of the tube through holes of the plastic plates, thus decalcifying the bone left exposed in the tube. Either EDTA solution (5% or 10%, pH 7.4) or HCl solution (0.1 M or 0.5 M) was used in the present study.

Histology specimens showing distinctive contrast between decalcified and undecalcified parts and chronological X-ray pictures showing remineralization taking place at the previously decalcified femur were presented. Also discussed were the possible structural organization of the bone mineral of the femur based on the serial analysis of Ca/P ratio of the effluent and the possible further applications of the method.

## 19. 分子生理 (229—234)

229. ウシ血漿アルブミン (BPA) 分子の高次構造変化. 伊藤清臣, 坂田茂樹, 長岡俊治, 曾我美勝 (岐阜大, 医, 第二生理)

BPA 分子の酸性側における N-F 転移と酸膨潤とアルカリ側での構造転移とをトリプトファン (TRP) 側鎖の蛍光強度 (F<sub>350</sub>), 偏光解消 (1/p), 蛍光寿命 ( $\tau$ ) を測定して研究した。

1. F<sub>350</sub>, 1/p,  $\tau$ ,  $\rho_h$  (TRP 側鎖の回転の緩和時間) の pH-profile は N-F<sub>1</sub> で大きく変化した。F<sub>350</sub>, 1/p,  $\tau$  は pH 7~9 でも変化した。が,  $\rho_h$  の変化は余り認められなかった。

2. 0.1 M KCl, 0.02 M NaClO<sub>4</sub>, 0.05 M NaClO<sub>4</sub>

中の TRP の  $\rho_h$  は N 型で約 80 nsec, F 型で 130~200 nsec. BPA 分子全体を見る BPA-ANS complex の  $\rho_h$  は N 型で 126, F 型で 140 nsec であった。N-F<sub>1</sub> およびアルカリ転移における F<sub>350</sub> の減少と blue shift から, 等電 pH からはずれると TRP 付近の hydrophobicity が増加すると思われる。したがって TRP 側鎖は N 型では比較的自由な microbrownian motion を示し, F 型になると local hydrophobic cluster に埋没して分子全体の動きに固定されてしまうと考えられる。

3. BPA 分子が球型で 0.2 g の水和水があるとすると  $\rho'_0 = 63.5$  nsec, これと BPA-ANS com-

plex の  $\rho_b$  との比から分子の軸比は oblate の場合 N 型で, 4.2, F 型で 4.6, prolate の場合 N 型で 5.3, F 型で 7.0 であった. Oblate であるとすれば他の研究者の発表とよく一致する.

したがって BPA は数個の subunit に分れて各々が別個に動いているのではなく, crevice をもつ 1 個の oblate として存在していると思われる.

**230. ウシ血漿アルブミン (BPA) の S-S 結合について.** 坂田茂樹, 伊藤清臣, 長岡俊治, 曾我美勝 (岐阜大, 医, 第二生理)

タンパク質の S-S 結合はその高次構造の安定化と機能に寄与している. BPA は 17 個の S-S 結合をもつことが知られているが, われわれは DTT (dithiothreitol) を用いて BPA の S-S 結合の還元性を調べ, それに対する KCl, SDS の影響について調べた. その結果 0.1 M の KCl では pH 7 近辺で約 2 個の S-S 結合が suppression され SDS においては 2 段階の suppression を示すことが明らかとなった. さらに pH-*soj*ubility の実験からアルカリ側における SH, S-S 交換反応 (molecular aging) による分子の microheterogeneity の増加はこれまで報告されたものと異なり BPA は aging に対してより安定であることが明らかになった. 微量の  $\text{Cu}^{++}$  と  $\text{Fe}^{+++}$  は aging に対して触媒作用を示さなかったが mercapethanol は BPA の aging を触媒することからこれまで報告された BPA の aging は脱イオン水の中に混入した SH 化合物の触媒作用による可能性が強く示された.

**231. 酸素代謝の分子生理 (Ⅲ).** 今泉和彦, 志賀 健\* (阪大, 医, 第一生理・愛媛大, 医, 第二生理\*)

酸素の還元には多くの場合ヘム蛋白が関与しているが, その機構はまだ不明である. 今回, 実験材料とした horse radish peroxidase においては, ヘムによる酸素の活性化と基質の水酸化が起る. この反応機構について, 電子スピン共鳴・酸素電極・分光ストップフロー法を用い, 反応中間体を検索し, 反応速度論的解析および量子化学的考察を行なった.

1. 電子スピン共鳴により, 還元型酵素+酸素+基質なる系で, 中間体有機遊離基を検出した

が, これは peroxidation 反応に際して生じる遊離基とは異っていた.

2. 酵素に dihydroxyfumarate を電子供与体として与えると酸素消費が起るが, さらに基質 (phenols, benzoates) を加えると酸素消費速度が促進される.

3. この際, 分光学的にはヘム酸素複合体 (oxyperoxidase) が活性化酸素そのものであることが判った.

4. 基質類 (benzoates) の量子化学的反應指数を計算し, これを酸素消費促進 (すなわち基質自体の被水酸化) の程度を比較したところ, benzoates のベンゼン環炭素の自由原子価が大きいほど促進効果が強いことを知った. したがって, 活性化酸素はラジカル試薬としての性質をもっている.

**232. des Arg (141  $\alpha$ ) Hb A の Bohr 効果の非直線性.** 長井 潔, 上田至宏\*, 中馬一郎\* (阪大, 基礎工・阪大, 医, 第一生理\*)

The C-terminal residues of  $\alpha$  chain form the inter- and intra-subunit salt bridges in Deoxy form and have important roles in the allosteric effects of haemoglobin. In order to clarify the role of these residues, oxygen equilibrium curves of human des Arg Hb were determined by the automatic recording method of Imai et al. Human des Arg Hb was prepared as described by Kilmartin et al.

The Hill's coefficient for des Arg Hb in 0.05 M  $\text{Cl}^-$ , 0.1 M phos markedly depended upon pH, being unity at pH 7.9 and close to 2 at pH 6.5. Graphical analysis suggested that the equilibrium constant for the first oxygen was strongly pH dependent, but that for forth oxygen was insensitive to pH. Measurement of pH change of un-buffered des Arg Hb solution on oxygenation indicated that the Bohr protons were released in the earlier step of oxygenation. This was consistent with the analysis of the equilibrium constants. These results suggested the conformational changes involved in Bohr effect occurred in the earlier stage of oxygenation, not equally in each step of oxy-

genation.

233. 一酸化炭素ヘモグロビンの光分解による研究. 亘 弘, 西川弘恭 (京都府医大, 第一生理)

Hemoglobin has two states, "T" and "R", and the latter is the liganded form, such as carboxyhemoglobin or oxyhemoglobin. Both states can be converted by allosteric transition. However, it is possible to exist "R" state without ligands and to obtain "R" state after pulsed flash. For this, we made a rapid scanning spectrophotometer (scann speed; 120 nm per 1 msec), in which an imagedissector was used for wavescanner and photodetector. The different spectrum from that of "T" hemoglobin (deoxyhemoglobin) was obtained. This spectrum returned to the original one through intermediate spectra.

234. ミオグロビン酸素平衡曲線におけるイオン,  $\text{CO}_2$  の影響. 上田至宏, 中馬一郎, 長井 潔\*

(阪大, 医, 第一生理・阪大, 基礎工\*)

マッコウクジラミオグロビン (Mb) を用いて酸素平衡曲線 (OEC) の測定を行なった. 従来 Mb の heterotropic interaction の研究はほとんど行なわれておらず, Antonini らの一連の研究によりごくわずかの Bohr 効果の存在が認められているにすぎない. Mb は山崎らの方法により調整し, アンパーライト Mb-3 を通じて isoionic Mb とした. この Mb の pH は 6.55 で,  $\log P_{50} = -0.293 \pm 0.13$  であった. 同じ pH 条件の 0.1 M リン酸溶液中では  $\log P_{50} = 0.1$  であった. また, 0.1 M リン酸溶液の pH 変化により,  $\log P_{50}$  は pH 6.5~7.5 でほとんど変化せず, pH 6.5 以下, 7.5 以上で急激に変化した. 一方 isoionic Mb を 1 M NaCl で滴定すると NaCl 増加につれて pH が塩基性側に傾く. これは Mb に Cl イオンが結合することによると考えられる. 0.1 M NaCl 中では  $\log P_{50} = -0.138 \pm 0.088$ , pH 7.58 をえた. また  $\text{CO}_2$  分圧によっても  $\log P_{50}$  が変化し, この際の Bohr 係数は  $r = -0.13$  であった. ただし, この  $\text{CO}_2$  効果が pH の変動のみによるものか, それとも特異的な作用であるかについては未詳である.

## 20. 細胞生理 (235—258)

235. Mitochondria 呼吸における EDTA 作用の検討. 藤田敏美, 中瀬雄三, 辻本 毅, 長井音次 (和歌山医大, 第一生理)

EDTA は経験的に Mt の分離および反応に使われてきたがその作用機作は充分明らかではなく, また Mt 膜との結合についても相反する報告がある. EDTA と膜の関係, Mt 呼吸への影響を知るためにすべて EDTA フリーでえた Mt について実験した. EDTA がマトリックス, スペースを透過するか否かを  $^{14}\text{C}$  化合物を用い Mt 内各スペースを求めることにより検索した.  $^{14}\text{C}$ -EDTA あるいは  $^{14}\text{C}$  マニトールラベル Mt を数回洗浄し残存カウント数を比較し EDTA の Mt 膜への結合を示す結果をえた. 膜結合した EDTA の作用としてまずキレート作用に注目し Mt 内  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$  量の EDTA 添加による変化を原子吸光法で測定した. 添加 EDTA 濃度の増加に伴い Mt 内カチオン量は増大, Mt 外含量は対称的に減少し EDTA が Mt 膜との結合によりカチオンの Mt 内

からの流出を防いだことが示唆された. さらに酸素電極法により state 3 呼吸速度の増大, RCR の増加がみられ, これらは直接アデニヌクレオタイド定量によっても確かめられた. これら EDTA の Mt への効果は, EDTA と Mt 膜の結合に基づくと思われる.

236. Rat 肝 [mitochondria の  $\alpha$ -ketoglutarate 透過について. 中瀬雄三, 藤田敏美, 辻本毅, 長井音次 (和歌山医大, 第一生理)

先に  $\alpha$ -ketoglutarate ( $\alpha$ -Kg) を基質とした mitochondria (Mt.) 呼吸において, state 2-3 遷移時に大きな lag が見られること, および state 4 incubation 時間を長くするにつれて lag が減少し state 4 時間と state 3 初期速度の間に sigmoidal な関係があることを報告した. 今回は state 4 時間と Mt. 内に translocate された  $\alpha$ -Kg 量の関係を silicon 層濾過遠沈沈渣について酵素的に定量観測した. その結果 state 4 時間と

$\alpha$ -K<sub>g</sub> translocation 量の間に sigmoidal な関係が見出され、先に述べた state 4 時間と state 3 初期速度の間の sigmoidal な関係は透過に由来することがわかった。さらに透過が sigmoidal になるのは、Mt. 内に蓄積される succinate によることを示唆する結果がえられた。その根拠は succinate dehydrogenase の inhibitor 存在下で、Mt. 外から添加した succinate によって state 3 呼吸における lag が減少すること、および、rotenone を添加した透過実験において lag が見られないということである。これらのことから、state 4 時間と state 3 呼吸速度の間の sigmoidal な関係は  $\alpha$ -K<sub>g</sub> の Mt. 膜透過に由来し、その透過の促進は Mt. 内に蓄積された succinate によると結論される。

**237. L細胞の高分子物質合成と ATP turnover との関係について。** 石黒成人, 山口久雄, 宮本博司\*, 岡 芳包 (徳島大, 医, 第一生理・近畿大, 医, 第二生理\*)

細胞内高分子物質合成に必要なエネルギー量とその効率を調べる目的で一連の実験を行なっている。今回は培養液で MEM で単層培養した L 細胞に、DNA 合成阻害剤 5-bromodeoxyuridine (BUdR) および RNA 合成阻害剤 actinomycin D (AMD) を 2 時間作用させ、核酸合成阻害によるエネルギー代謝の様相について比較検討した。

ATP 生成量は、生成された乳酸量と、培養液中の <sup>14</sup>C-glucose より発生した <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> を特殊な装置を用いて捕集して求めた酸素消費量とから計算した。さらに細胞内 ATP 含量を測定し、ATP turnover time についても検索した。<sup>3</sup>H-thymidine 取り込みのみを特異的に阻害するような濃度 (0.01~0.5  $\mu$ g/ml) の BUdR 作用群では、対照群とくらべて、ATP 生成量は 15% ほど増加したが、ATP 含量には差が認められず、ATP turnover time はやや速くなる傾向がみられた。<sup>3</sup>H-uridine の取り込みのみを特異的に阻害するような濃度 (0.01~0.5  $\mu$ g/ml) の AMD 作用群では、ATP 生成量にはほとんど差が認められないが、ATP 含量は濃度上昇に伴いやや増加し、ATP turnover time はやや遅くなる傾向がみられた。以上の各阻害剤作用下での嫌氣的解糖由来の ATP 生成量の全 ATP 生成量に対する比率は、

BUdR では阻害の程度と無関係に一定している反面、AMD においては阻害程度が増すにつれて直線的に低下しており、密接な相関関係がみられた。すなわち RNA 合成に必要な ATP は嫌氣的解糖と関連が深いと考えられる。

**238. 細胞分裂抑制物質による L細胞の形態変化と付着速度。** 土井昭孚, 村上哲英, 西田 勇 (岡山大, 医, 第一生理)

細胞分裂の alkaloid 系抑制物質、colchicine や vinblastine といろいろな組織から抽出される、autobiotics の一種であるコルニンおよびカロンガ L 細胞に対してどのような効果を与えるかについて、細胞増殖に対する抑制、ガラス面への再付着の遅れ、細胞の形態変化、細胞の運動性および核数の変化について比較し、コルニンの持つ性格について検討した。

その結果 colchicine や vinblastine は、細胞増殖を 50% 抑制する濃度では付着速度に何らの影響を与えなかったが、コルニンでは細胞増殖を 50% 抑制する 0.25% の濃度の半分以下である 0.1% の濃度でも付着速度の減少を示した。カロンは増殖を 50% 抑制する 0.5% の濃度では付着の遅れを示した。Colchicine や、vinblastine による形態変化は "leading edge" が真直ぐ、長く放射状に伸び、上皮様細胞に変化した。コルニンやカロンでは球形化と substratum からの遊離化が起った。また、colchicine や vinblastine を与えると細胞の移動性は 3 日後にはほとんどなくなってしまいが偽足の運動は対照と余り差はなかった。さらに colchicine や vinblastine では多核細胞が目を追って多くなったが、コルニンやカロンは対照と余り差はなかった。

以上のことからコルニンは付着速度の減少と、多核細胞が生じないことから、核酸合成を抑制していることも考えられる。

**239. エタノールによって惹起される in vivo 肝ピリジン・ヌクレオチドの還元反応。** 西木克祐, 小林茂樹 (立石電機, 中研, 生物)

Organ microfluorometer の顕微鏡光学系を利用した測光部に 3 分枝した光学硝子繊維を用いることで、測定精度の向上、操作の簡素化、運動器官への応用、微弱励起 (感度上昇、長時間測定可

能) など種々の改善がなされた。この organ fluorometer を用いて in vivo 肝で静注 ethanol (EtOH) により惹起される pyridine nucleotide (PN) の redox state の変動起原をラットの非摘出肝で直接測定・検討した。

366 nm 励起で, EtOH 投与によって惹起される蛍光強度の増大は, そのスペクトルから肝細胞内における還元型 PN レベルの上昇を意味している。この EtOH 効果は aminotriazole, aminopyrine 前処置で増強され, pyrazole 処理で完全に阻止される。しかし, pyrazole 処理動物では乳酸, rotenone に対する反応は正常。これらの結果は EtOH による PN 還元反応が比較的特異的に alcohol dehydrogenase system と関与していることを示している。

さらに, pyrazole 処理動物では, EtOH に対してむしろ酸化反応を示す。この EtOH の直後, 単独ではほとんど有意な変動を示さない量の aminotriazole 投与で, 酸化反応が惹起される。中等量の aminotriazole 投与後の EtOH では還元反応が対照よりも長時間維持されるが, 続く pyrazole には強い酸化反応を示す。したがって, 上記酸化反応は, microsomal ethanol oxidizing system の活性化に伴う NADPH の酸化と関連して推測される。

**240. Calcitonin のラット腎 adenylyate energy charge 上昇効果とコハク酸の作用。** 尾形悦朗, 岸川テル子\*, 西本克侷\*\* (東大, 保健センター・東大, アイソトープ, 総合センター\*・立石電機, 中研, 生物\*\*)

Calcitonin acts on the rat kidney to decrease cytosol  $Ca^{++}$  and to raise cyclic AMP. It also causes an elevation of the adenylyate energy charge which reflects accelerated oxidative phosphorylation and is timely coincident with an oxidative shift of the mitochondrial NAD (P) redoxstate. Because PTH induced an opposite response  $Ca^{++}$  rather than cyclic AMP appears to be the major regulator in these events. The relation between the calcitonin effect and renal substrate utilization was examined by the test of the effect of various substrates injected iv. (lactate, pyruvate,  $\alpha$ -KG, malate, l-glutamate

citrate,  $\beta$ -OH butyrate, oleate). Only oleate raised the energy charge. It induced an oxidative shift of mitochondrial NAD (P) and prevented effects of subsequent calcitonin. This contrasted to the intravenous succinate that caused a reductive cycle and enhanced the oxidative effect of the later hormone. It is concluded that calcitonin accelerates oxidative phosphorylation when the process is regulated by the  $Ca^{++}$  dependent succinate utilization and that calcium serves as intracellular mediator in this hormone action.

**241. 持続的腎静脈うっ血時の腎動静脈血漿 Na 濃度較差におよぼす自律神経節遮断剤の影響。** 笛木豊司, 平野高弘, 日野康司, 島袋盛一, 大橋宏重, 平川千里, 早瀬正二 (岐阜大, 医, 第二内科)

We have already reported on changes in renal hemodynamics, renal balance of electrolytes and certain osmotically active substances during acute intermittent and acute continuous renal venous congestion in dogs.

This time, an autonomic ganglion blocking agent (T. E. A. B.) was infused intravenously during acute continuous renal venous congestion of 13 cmH<sub>2</sub>O.

The result was compared with that of acute continuous congestion alone. Only those kidneys in which the initial arterio-renal-venous difference in Na concentration was more positive than  $-1$  mEq/L were discussed.

1. Changes in RPF (↗), GFR (↘) and FF (↗) produced by acute continuous congestion were not affected by the ganglionic blockade.

2. Changes in percentage sodium reabsorption (↗) and urinary sodium excretion (↘) produced by venous congestion were not affected by the ganglionic blockade.

3. Negative shift of Na A-V produced by acute continuous renal venous congestion was eliminated by ganglionic blockade. It is possible that the negative shift of NaA-V during acute continuous renal venous congestion depends on

an intact sympathetic innervation.

**242. 刺激による呼吸代謝の高進とイオンの移動.** 大西瑞男, 山神和比己 (鹿児島大, 医, 第一生理)

刺激による呼吸代謝とイオンの動きを知るため大脳皮質と腓腹筋を用いて, 無糖, 含糖 Ringer 液およびアミノ酸について呼吸代謝とイオンの関係を検討した. 組織呼吸は著者等が改良した Warburg 検圧計を用い,  $K^+$ ,  $Na^+$  および  $Ca^{++}$  の測定は原子吸光分光光度計を用いた. 電気刺激は浮遊液を流れる最大電流が 4 mA になるように調節した. 大脳皮質の場合, 無糖および含糖 Ringer 液を用いて電気刺激を行なうと両者共に呼吸促進と  $K$  の増加がみられた. また  $Na^+$  および  $Ca^{++}$  の変化はみられない. また 1.1 mmol の glutamic acid および methionine を加えた場合も同様な傾向を示し, これらに  $10^{-6}$  mol の ouabain を加えても呼吸促進の傾向があり,  $K^+$  の増加がみられた. 全体的に  $K^+$  の増加は含糖より無糖の方が大きかった. 腓腹筋の場合, 大脳皮質と同様に刺激による呼吸促進と  $K^+$  の増加がみられた.  $Na^+$  は変化をみないが  $Ca^{++}$  は実験後に約 1/2 の減少があった. 筋小胞体の  $Ca^{++}$  の取り込みがあったものと思われる. またアミノ酸およびアミノ酸に ouabain を加えた場合も同様な結果がえられた.

**243. 出血とエネルギー代謝.** 小林茂樹, 西木克侖 (立石電機, 中研, 生物)

臓器のエネルギー代謝に対する, 出血性低血圧および初期ショック状態の影響をみるために, 今回はウサギ腎皮質について, 組織酸素圧と細胞内 NADH 蛍光量変化を測定.

組織酸素圧は, Strauss による慢性埋込型の白金電極 (0.2 mm $\phi$ ) 改良型 (著者ら, 1973) で, 腎表面に装着約 1 週間後, 実験に供した.

白金電極装着ウサギ (♂ 約 2 kg) にウレタン麻酔を施し (1 g/kg), 一侧の大腿動脈から脱血, 他側から平均血圧の連続記録を行なった.

腎皮質細胞内 NADH の蛍光測定 (著者ら, 1968 ~) により, 脱血による NAD 酸化還元状態の変化を記録した.

8 ~ 10 ml ずつの脱血により, 血圧は漸次低下

するが, NADH の蛍光量は血圧が 30 ~ 40 mmHg に達するまでは, 一過性の増加を除きレベル変化をせず, 細胞のエネルギー代謝に変化がないことを示した. しかし血圧がそのレベルをこえて降下すると, NAD の還元は不可逆となった. この血圧レベルに対応する酸素圧は約 7 mmHg. 一方, 気道閉塞により腎皮質細胞 energy coupling に影響する臨界酸素圧は約 10 mmHg であるので (著者ら, 1973), この NAD の不可逆性還元は, 細胞 energy coupling に見合う酸素量の不足による可能性がある.

**244. 脳細胞微小管構造と学習との関係について (II).** 村上哲英, 早川昌志, 藤井利武, 土井昭孚, 西田 勇 (岡山大, 医, 第一生理)

ddN 系マウスを用い, jump box による回避訓練で, 最初の 30 試行中 15 以上の正の成績を示す雌雄を交配させる遺伝学的な選出を行ない, 最初の 30 試行中 15 以上の正の成績を示すほぼ安定した系統を作り出すことができた.

神経細胞内の tubulin と結合し, その構造を破壊する colchicine, colcemide および vinblastine を腹腔内または直接前頭葉に注射し, 体重や活動が正常に復する 1 週間後から, 学習の成立と記憶の保持におよぼす影響を調べた.

これら 3 種の薬品を腹腔内に注射すると, 学習の成立は阻害され, また, 前頭葉注射を行なうと, 阻害度はさらに著しく現れた.

学習の成立しているマウスに投与すると, 学習の消失が認められ, 前頭葉に直接投与すると, その効果はさらに著しい.

$^3H$ -colchicine,  $^3H$ -colcemide は腹腔内注射後 1 時間で, 大脳辺縁系の上層, 橋, 乳頭体等にとり込まれ, 1 週間後にも, その核および細胞質に残在している像が autoradiography で認められた. さらに, 前頭葉注射後 1 週間の電頭像では, 微小管構造の破壊が認められた.

**245. 抗酸素不足剤ウレタン (ウ) の膜作用とその部位.** 鎌倉勝夫, 鎌倉徹郎 (奈良医大, 第一生理)

1. 冷蔵 (0.5°C, 90 時間) により  $K$  減,  $Na$  増を負荷した  $NaCl$  (120 mM)-tris-glucose (G) 液懸濁ヒト赤血球を冷却  $MgCl_2$  (85 mM)-tris 液で洗滌

したのち、各種濃度 NaCl-tris 液 (pH 7.4, LiCl で透過圧調整) に再懸濁したものを孵置 (37°C, 6時間) するに、血球 Na 減 (押出) は外液 Na 濃度に比例して減少するが、ウ ( $56 \times 10^{-3} M$ ) の Na 減促進作用は逆に Na 濃度に比例して増加する (G 10 mM 添加)。このウ効果はウワバイン ( $2 \times 10^{-4} M$ ) の共存によって約 20% 残存する。また、G 非添加の場合は前記 Na 減は低下する一方、ウ効果も約 1/3 に減少するが、外液 Na 濃度と無関係である。以上の成績に対して、血球 K は、このような K free medium では孵置により減少するが、この K 減は外液 Na に比例的に減少する。また、この場合のウによる K 減防御効果は外液 Na 濃度に比例的に低下する点が前者と対蹠的である。

2. Trypsin (1 mg/ml) 前処理による懸濁血球の冷却カチオン変化のウ防御は軽度抑制される。

3. NaCl-tris-G 液懸濁赤血球を phospholipase C (B. Cl. Welchii) と共に孵置 (37°C, 60分) するに、0.001~0.004 u/3 ml の範囲で濃度と共に K 減, Na 増, 特に前者が高度に認められ、ウはこれを部分的に防御する。続いて saline 液で洗滌すればさらに前記の 2~3 倍のカチオン変化を認めた。このような血球を冷蔵した場合のカチオン変化に対するウ防御は C の 0.002 u までであり、それ以上の高単位では逆に増悪に転ずる。

以上の成績から、ウのイオン作用機序特に作用部位について考察する。

#### 246. 重水置換法による鶏卵黄膜の構造解析。

北原正夫 (東京医大, 化学)

卵黄膜は厚さおよそ 10~20  $\mu$  の膜で、主に内外 2 層からなっている。組成は蛋白質が約 85%, 糖質が 15% である。

卵黄膜の赤外線吸収スペクトルでは、波数 3,320, 3,040, 1,640, 1,550, 1,240  $cm^{-1}$  附近に大きな吸収帯がある。これらの吸収は蛋白質の CONH に由来するもので、各々、アミド A の N-H の伸縮振動、アミド B の N-H の伸縮振動、アミド I の C=O の伸縮振動、アミド II の N-H の面内変角および C-N の伸縮振動、と結論された。

卵黄膜の外膜の重水逆置換法で、KRS-5 セル内に主に 1,800~1,400  $cm^{-1}$  の領域で考察した。逆置換後の O. D. アミド II / アミド I の比率は、重水の浸潤時間に比例した差がある。また、長時

間浸潤させた後にも、なお交換し難い水素原子の存在が推測された。

#### 247. 鶏卵孵化発生期におよぼす xylocaine の影響について。関 園子, 渡辺 浩, 川口洋二, 関 進, 漆崎優子 (神奈川大, 口腔生理)

局所麻酔薬はその使用箇所、方法だけでなく濃度によって効果が異なるので、薬用量は定めにくい。手術に応じて用いられている。Xylocaine はその発現が速く、持続時間が長くかつ安定性が高いとされているため広く浸潤麻酔、伝達麻酔等に應用されている。またその一面、ヒトによっては投与によりショック様症状や興奮症状、嘔吐等の現れることもあるとされている。

当教室ではすでにニワトリの自家有精卵を用い放射線照射やいくつかの薬物によりその孵化発生までの 21 日間で、各期の過程や投与物質の影響による奇型、中止卵等を検討してきた。今回は広く応用度の高い xylocaine が鶏卵やニワトリにどのような影響を与えるのか、肉眼的観察を試みた。実験に用いた鶏卵は当教室でえられた自家有精卵である。したがってニワトリも教室内の孵化器で孵化し、同鶏舎にて飼育管理されているものである。鶏卵の実験方法は前回同様前、中、後期に分け、各々 10 個を単位とした。用いた xylocaine はエピレナミンを含有しないもので 0.05%, 0.1%, 0.2% を各々 0.1 ml 注入し、奇型や中止卵の有無等を主に検討した。前期においては孵卵開始される前 0 日、血島が出現し血管と血球に発達していく 2 日、中期では血管網が卵黄内に入り発達してくる 9~10 日、胚の大きさが急速に増大する 13~15 日、気室が多くなってくる 18 日等に中止卵が多く発現した。そのうち奇型発現はわずかであった。

#### 248. 末梢神経ミエリンの integral protein について。植村慶一, 北村邦男, 山中たか子, 相沢協子 (埼玉医大, 第一生理)

By SDS polyacrylamide gel electrophoresis, myelin proteins of bovine peripheral nerve were separated into two main bands (BF and BR) and one minor band (BM). Each mobility of BF and BR was different from any of myelin proteins in the spinal cord. About 31% and 24% of BF protein were solubilized from the

myelin by successive extraction of 0.1 M ammonium acetate (three times) and 0.03 N HCl (three times), respectively. However BR protein was hardly extracted from the myelin even by 0.5% Triton-salt as well as diluted salt or acid solution. From these results, BR protein was considered to be "Integral Protein" in the myelin.

The BR protein was purified by two different methods, preparative polyacrylamide gel electrophoresis and gel filtration. 30 mg of protein sample was applied on the gel bed (height 3 cm, square 10 cm<sup>2</sup>) and was electrophoretically eluted with SDS-buffer solution. Few mg of the purified BR protein was obtained in the fractions of eluent. For large scale preparation of the protein, Sephadex G-200 column (1.5 × 97 cm) with 1% SDS-0.1 M Na-phosphate buffer was utilized. Molecular weight of purified BR protein was 28,000. Amino acid composition of BR protein was quite different from Folch-Lees type proteolipid and the encephalitogenic protein in the spinal cord myelin.

**249. 微量注入によるアメーバ膜電位の変化.** 山下栄三 (宮城教育大, 視覚生理)

**250. 胸管リンパ漿によるリンパ球破壊に関する研究.** 木下喜博, 木村修平, 長沢貴志, 蔭山勝弘 (大阪市大, 医, 第二生理)

We found that lymphocytes couldn't react to mitogen in the culture medium containing chyle (supernatant of thoracic duct lymph). Substances having cytotoxic effects on the lymphocytes might be produced. The extent of damage and number of lymphocytes showing cytotoxicity appeared to become conspicuous in an increment of incubation time.

Various lipids extracted from the incubated chyle were analysed by thin-layer and gas chromatography. Total free fatty acid (FFA) and lysolecithin (Lyso.) respectively were 360.4  $\mu$ g and less than 50  $\mu$ g per 1 ml of chyle at the start, 1658.7  $\mu$ g and about 100  $\mu$ g at 21

hours after incubation. This remarkable augmentation of the lipid concentration gave possibly rise to cytotoxicity.

The reduction of the activity to incorporate <sup>3</sup>H-uridine into acid-insoluble fraction of lymphocytes was used as an indicator of cell damage. An addition of more than 200  $\mu$ g of unsaturated FFA or Lyso. significantly reduced the activity. Saturated FFA, however, hadn't the inhibitory effects on lymphocytes. These results suggested that lymphocytotoxicity found in the medium having chyle was caused by unsaturated FFA (especially, oleic and linoleic acids), but not by Lyso.. Enzymes for lipid hydrolysis in the chyle were possibly concerned with making the unsaturated FFA.

**251. 細胞核分裂運動の解析的取り扱い方について (2).** 大畑 進, 会沢勝夫, 佐伯美登里, 山尾満里子, 前田栄章, 坂井朗子, 島村 純 (東京医大, 第二生理)

すでに著者等は *Tradescantia virginiana* の雄蕊の毛細胞の細胞核分裂を波長 280 m $\mu$  (蛋白質の最大吸収波長), 直径 1  $\mu$  の microspot を用い顕微分光的掃引法で記録した spectrum の空間分布について報告してきたが, 主要な点は前期より後期におよぶ細胞核分裂像の空間的 1 次元分布 (比 absorbance の 1 次元分布) はただ二つに限定され, その一つは前期における標準 Gaultz 分布であり, 他の一つは中期より後期におよぶ標準 Gaultz 分布の微分である. この分布は良く知られた Schrödinger 波動方程式における調和振動子と全く同型の波動関数で, その勢力固有値は  $E_0$  および  $E_1$ , また, 振動の量子数は 0 と 1 である. 振動の量子数は量子力学において, 0, 1, 2, 3, …のごとく無数に存在するにもかかわらず何故「生命の物質系」においてはただ二つの量子数, すなわち, (0, 1) に限定されるのであるか, そしてこの量子数の制限条件が何に基因するのであるかを追求するのが本研究の眼目である.

この量子数の制限条件はすでに報告した細胞核分裂時に認められる Division-Space-Time (分裂の時空間) の時空間的特徴によって与えられる. Division-Space-Time は次の式によって描かれ

る。  $Y = (2/\pi) \cdot \tan \theta$ , ここに,  $Y = t/t_{\max}$ ,  $\theta = x/x_{\max}$ , また変域は (0, 1) である。  $x_{\max}$  は細胞核間の最大移動距離, また,  $x$  はその間の任意の距離である。同様に  $t_{\max}$  は細胞核間の最大移動距離に対応する時間, また  $t$  は任意の距離  $x$  に対応する時間である。

#### 252. ラット肝細胞の分裂誘起について。古閑睦好, 植木道子, 大竹英樹 (独協医大, 第一生理)

正常な発育の間に生理的な要求に応じてみられる肝細胞の増殖と欠損または損傷による再生が同じ機構か不明であるが, 正常ラットに肝細胞増殖を誘起することにより細胞増殖の制御機構を解明する手がかりを求めた。最近再生肝の“引き金”として体液性因子の存在が有力となってきたが, 本態については不明である。

固型飼料で飼育した 140~160 g 雄ラットを使用した。注射は試薬を 0.9% 食塩水に溶解, 1 ml/100 g 量与えた。実験開始後 30 時間に肝組織を切除, 細切, 酢酸処理後ゲンチアナ紫で核を染色し核分裂数を検鏡した。正常肝には分裂はなく (-), 70% 肝切除では多数の分裂(卅)が起こるが, 30% 肝切除では少数の分裂(±)を認めるにすぎない。この 30% 肝切除ラットに手術後 10 分に ouabain, EDTA (それぞれ 0.3 mg, 15  $\mu$ mol/ml) iv, 3 または 4 時間に ouabain (1 mg/ml) iv,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (30  $\mu$ mol/ml) ip により (+), 同じく術後 10 分 bile salts,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (0.3 mg, 30  $\mu$ mol/ml) iv, 4 時間に linolate, bile salts (0.5, 0.2 mg/ml) iv, 4.5 時間に  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (30  $\mu$ mol) ip により (卅) の分裂が起きた。また, 10 分, 2, 3, 4, 5 時間に ouabain,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (0.25 mg, 30  $\mu$ mol/ml) iv, ip により (卅), ouabain のかわりに 10 分に dibut cAMP, theophylline,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (3 mg, 1 mg, 60  $\mu$ mol/ml) iv 2, 3, 4, 5 時間に 1/2 量 ip により (卅) の分裂を起した。30% 肝切除するかわりに glucagon を 0, 1 時間に 200  $\mu$ g, 100  $\mu$ g/100 g ip し ouabain,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  もしくは dibutyl cAMP,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  の組合せにより (+) の結果をえたが glucagon 無しでは細胞増殖の誘起はみられなかった。以上のことから細胞増殖の誘起には大きく別けて二つの要因があると考えられる。

#### 253. オルニチン脱炭酸酵素活性とラット肝細胞

増殖について。古閑睦好, 植木道子, 梅田哲彦 (独協医大, 第一生理)

One of the first detectable changes after partial hepatectomy is an increase in the activity of ornithine decarboxylase, an enzyme that forms putrescine from ornithine and may catalyze a rate-limiting step in polyamine synthesis. In order to investigate a possible correlation between the level of ornithine decarboxylase and cell division during cell cycle, we studied both processes in liver of rats subjected to a variety of stimuli, some known to induce cell division, others known to bring about biochemical changes without inducing cell proliferation.

1. 70% hepatectomy, or injection of  $\text{NH}_4\text{Cl}$  and G-strophanthine (ouabain) to 30% hepatectomized or glucagon treated rats, those known to induce cell division, showed a marked increase in the activity of ornithine decarboxylase during the first few hours after manipulation of animals.

2. Ornithine decarboxylase activity was also increased in varying degree by stimuli not inducing cell division.

These observations lead to the suggestion that enhanced ornithine decarboxylase activity is an early feature of liver growth, although it is not directly linked to cell division.

#### 254. がん細胞代謝とイオンの関係。大西瑞男, 松本澄久 (鹿兒島大, 医, 第一生理)

がん細胞代謝の特性を知るために, ascites tumor と比較のため正常なウサギの cerebral cortex を用い, 含糖 Ringer 液, 無糖 Ringer 液 および 0.85% NaCl の条件下で DNP ( $10^{-8}$ ~ $10^{-3}$  mol), ouabain ( $10^{-8}$ ~ $10^{-3}$  mol) および DNP+ouabain (DNP  $10^{-5}$ +ouabain  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ , DNP  $10^{-4}$ +ouabain  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  mml) について, 原子吸光分析器による  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  の定量, 水素イオン濃度の変化, 糖の消費および乳酸の産生を検討し以下の結果をえた。DNP の場合, 含糖 Ringer 液では, 両組織共に  $10^{-3}$  mol で呼吸抑制し,  $10^{-4}$  mol で逆に呼吸促進があり, その傾向は濃度

が低くなるにしたがって無くなる。10<sup>-4</sup> mol では糖の消費、乳酸の産生も大きい<sup>3</sup>、K<sup>+</sup>の増加も大きい、無糖 Ringer 液では pH の増加と K<sup>+</sup>の増加がある。Ouabain の場合、高濃度で cerebral cortex は呼吸抑制を示すが ascites tumor は 10<sup>-3</sup> mol のみ呼吸抑制される。pH と K<sup>+</sup>の増加は DNP と同様である。DNP+ouabain の場合、cerebral cortex は含糖、無糖 Ringer 液共に呼吸抑制を示し、わずかな Na<sup>+</sup>の増加と K<sup>+</sup>の増加がみられる。Ascites tumor は無糖 Ringer 液で呼吸抑制を示すが、含糖 Ringer 液では control の 2 倍の呼吸促進とわずかな Ca<sup>++</sup>の増加および K<sup>+</sup>の増加がみられる。また 0.85% NaCl では DNP の影響よりもむしろ ascites tumor が pH を酸性より中和する作用が強いことに注目される。

**255. ウイルス HVJ による細胞融合現象の電気生理学的研究。** 菅野義信, 松井洋一郎, 柴 芳樹 (広島大, 歯, 口腔生理)

The electrophysiological properties, the membrane potential and the membrane resistance, were measured during the process of the cell fusion reaction with an intracellular electrical technique. FL cells-HVJ mixture were incubated in aerobic condition at 37°C for 0, 5, 10, 15 and 30 minutes respectively. And then, they were kept in ice cold to stop the fusion and checked in the membrane potential and the resistance.

On adding HVJ, the potential promptly depolarized from -18.2 to -6.1 mV even at low temperature and to -3.5 mV hereafter at 37°C for 5 minutes incubation. As the incubation time is prolonged, the potential polarized again progressively: -10.5 mV in 10 minutes. -23.2 mV in 30 minutes incubation. The membrane resistance also reduced from 491 Ωcm<sup>2</sup> to 92 Ωcm<sup>2</sup> by 5 minutes incubation and increased to 597 Ωcm<sup>2</sup> after the completion of the reaction.

It is concluded that the structure of the cell membrane becomes loose by HVJ at the early stage of the cell fusion and rearranged as advancing the process of the reaction. And it is also suggested that the nature of the cell membrane is "liquid".

**256. 刺激分泌連関の 2 段階構成。** 菅野富夫, 原田悦守, 斎藤篤志, 今井節夫, 相原研一, 山本正夫, 西村 修 (北大, 獣医, 生理)

摘出ラット膵臓血管系を Krebs-Henseleit 液で灌流し、胆膵管に放出されるアミラーゼ量を Bernfeld 変法によって定量した。パンクレオザイミン (Pz; Boots) を灌流液に加え、持続的に刺激し、アミラーゼ放出効果をみると、5 mu. (Crick, Harper & Raper 単位)/ml. の濃度が最も大きな効果を見出し、作用の持続も長かった。この Pz 効果は、1) 低温、2) K-free 液、3) low Na 液、4) ウワバイン添加の諸条件によって強い抑制をうけ、同時に Pz による膵臓腺房細胞の過極効果を消失した。以上の結果から Pz の両効果発現には electrogenic sodium pump が重要な役割を担っていると考えられる。灌流液中の Ca<sup>2+</sup> を下げると Pz のアミラーゼ放出効果は次第に低下するが、Ca<sup>2+</sup> を再び上げると放出効果も再上昇した。灌流液中に Mn<sup>2+</sup> を加えると low Ca<sup>2+</sup> と同様の Pz 効果抑制がみられた。したがって Mn<sup>2+</sup> によって拮抗的抑制をうける Ca 担体によって外液中 Ca<sup>2+</sup> が運びこまれることが消化酵素放出を始動するものと考えられる。副腎髄質などの各種分泌細胞の知見と肥満細胞内 Ca<sup>2+</sup> 注入実験 (Kanno, Cochrane & Douglas 1973) の結果から次の刺激分泌連関一般の 2 段階構成を提唱する (I) 特異段階: 刺激—受容部反応—[Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub> 上昇。(II) 共通段階: [Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub> 上昇—開口分泌。

**257. 神経分泌神経終末における <sup>45</sup>Ca のとりこみに対する阻害剤の効果。** 石田絢子, 米田継武 (順天堂大, 体育, 生理)

Uptake and localization of <sup>45</sup>Ca applied some inhibitors were investigated in the isolated rat neurohypophysis by means of electron microscope autoradiography. Uptake in each case was compared with the grains/mm<sup>2</sup> in control which was incubated in 56 mM K-<sup>45</sup>Ca-Locke for 10 min without drugs. In 60% of fibers incubated in high K-Locke solution with D 600 (3 × 10<sup>-5</sup> M) less than 5 grains/mm<sup>2</sup> were found whereas 20~60 grains/mm<sup>2</sup> were found in the control. The fiber which contain more than 40/mm<sup>2</sup> is never seen. There were no definite

difference on  $^{45}\text{Ca}$  uptake between the control and both high K-Locke solution with tetracaine ( $6.6 \times 10^{-4} \text{ M}$ ) or tetrodotoxin ( $1 \times 10^{-6} \text{ g/ml}$ ).

In 15 fibers (315 grains) applied tetracaine and 11 fibers (193 grains) applied tetrodotoxin, about 50% of observed grains were found on the neurosecretory granule membrane or within it. This is similar to the localization of the control.

It concluded that D 600 is a accurate inhibitor on  $^{45}\text{Ca}$  uptake by neurosecretory axon terminals.

258. ラット顎下腺細胞における外因性ペルオキシダーゼの取り込みについて、山本修治、吉田洋、覚道幸男 (大阪歯大、生理)

唾液腺における外因性高分子物質の取り込みおよび細胞質内での物質輸送について検討するために、標識物質として、西洋ワサビに由来する peroxidase を、rat の動脈内 (顔面動脈の顎下腺枝) に注入し、電顕的細胞化学により、その顎下腺を観察した。すなわち、顎下腺を摘出し、前固

定したのち、 $40 \mu$ 凍結切片を作成し、その一部を peroxidase 活性検出のため、3, 3'-diaminobenzidine を基質とした medium に incubate し、他の一部については、AcPase を marker として lysosome を同定するために、sodium  $\beta$ -glycerophosphoric acid を基質とした medium に incubate した。活性検出後は、通法にしたがって処置した。

注入した peroxidase は、基底部細胞膜の大小の嵌入という現象によって細胞質に取り込まれる。この取り込みは、腺房部におけるよりも、顆粒管部および線条部において、より活発であった。注入後30分までの所見では、peroxidase 活性は、Golgi 装置、粗面小胞体槽、核膜槽および細胞基質に認められず、lysosome 内のみに活性を認めた。すなわち、取り込まれたのち、lysosome と融合し、heterophagolysosome を形成する。Peroxidase 注入に伴う顎下腺唾液の分析結果と合わせて考察すると、注入の前後に唾液分泌を誘起する何らかの刺激がある場合、この heterophagolysosome は細胞質内にとどまることなく、腺腔内に放出されるものと考えられる。

## 21. 能 動 輸 送 (259—273)

259. 腺上皮の物質輸送。新川康裕、今井雄介\*, 吉崎和男\*, 竹田 仁\*\* (広島大、医、第二解剖・京都府医大、第一生理\*・京都府医大、同位元素研\*\*)

トノサマガエルの舌腺は単純な外分泌腺である。ACh の刺激で分泌を起し、この分泌機構に  $\text{Na}^+$  能動輸送が関与していることを報告する。カエル舌表面は菌状および管状の入り込みがあり、単層または多列の粘液細胞と所々に茸状の味覚乳頭がある。電顕では分泌顆粒をもつ細胞が大部分を占めている。この細胞は ACh の投与により、顆粒の膨大と開口分泌像を示す。In vivo の観察でも ACh 投与により多量の分泌があり、食用ガエルでは等張液であって、イオン組成も血清のそれにほぼ等しい。舌粘膜を拵げてアクリルチャンパーにはさみ両側を正常リンガーで灌流しながら電位を測定すると、腺腔側に  $-2 \sim -4 \text{ mV}$  の静止電位をみる。血液側から ACh を投与すると、負の腺腔側電位は  $1 \sim 2$  分の時間経過で逆転して

$4 \sim 6 \text{ mV}$  になり、その後  $-4 \sim -6 \text{ mV}$  まで過分極し約10分後に静止電位  $-2 \sim -4 \text{ mV}$  にもどる。この分泌に伴う電位変化 (分泌電位) は低温 ( $12^\circ\text{C}$ ) で消失し、また  $\text{Na}^+$  を  $\text{Li}^+$  に置換した液の灌流によっても消失する。一方  $\text{Cl}^-$  を  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  で置換した液の灌流では消失しない。また ouabain  $10^{-4} \text{ M}$  も分泌電位の陽性部分には変化を与えない。腺細胞内電位、短絡電流、膜抵抗の測定により、細胞の腺腔側膜での  $\text{Na}^+$  輸送の存在と基底側膜での  $\text{Na}^+-\text{K}^+$  輸送系の存在が支持された。

260. 小腸上皮細胞における糖吸収と膜電位。岡田泰伸、入交昭彦、井上 章 (京大、医、第二生理)

To get a better understanding of the co-transport phenomena in epithelial cells, the membrane potential was recorded from single cells of rat small intestine in vitro. Addition

of D-glucose (20 mM) to the mucosal surface elicited a significant decrease in the mucosal membrane potential and an increase in the transmural potential difference; both changes were sensitive to mucosal phlorizin or serosal ouabain. Ion analysis revealed that appreciable reduction in the concentrations of intracellular K, Na, and Cl was caused by glucose applied externally. The intracellular increment of glucose, estimated under the osmotic balance and electroneutrality conditions, showed a fairly good correlation with changes in the glucose-evoked potential. Furthermore, from an equivalent circuit analysis, it is suggested not only depolarization in the mucosal membrane but also serosal hyperpolarization should be taken into consideration to explain the so-called sugar-evoked potential. Our experiments on the effects of Na-loading, ouabain, cold temperature or anoxia all afforded evidence for this hyperpolarization of the serosal membrane due to an electrogenic sodium pump located thereon.

**261. イモリ胃粘膜の細胞内電位,  $\text{Cl}^-$  濃度に対する  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SCN}^-$  の効果.** 今村 昭 (京都府医大, 同位元素研)

分離したイモリ胃粘膜の栄養側(N)と分泌側(S)間の電位差, 細胞内電位(ME)および $\text{Cl}^-$ 交換ダブルバレル微小電極による細胞内 $\text{Cl}^-$ 濃度を同時記録し, これらに対する $\text{CO}_2$ ,  $\text{SCN}^-$ の効果を検討した。

N液がbuffer( $+\text{HCO}_3^-$ )のときMEは表面粘液細胞で両側に対して負であり, 酸分泌細胞ではN, Sの中間値を示した。また細胞内 $\text{Cl}^-$ 濃度は両細胞とも細胞外より低かった。つぎにN液がno bufferのときMEは表面粘液細胞でN, Sの中間値を示し, 酸分泌細胞では両側に対して正となった。

$\text{SCN}^-$  10 mM(N)は酸分泌細胞のS側細胞膜を過分極させ, 同時に細胞内 $\text{Cl}^-$ 濃度の上昇が示されたが,  $\text{Cl}^-$ 電極は $\text{Cl}^-$ より $\text{SCN}^-$ の感度が大であるので細胞内に侵入した $\text{SCN}^-$ に感じたと解釈される。また $\text{CO}_2$ により酸分泌細胞のS側細胞膜がbuffer液で過分極し, no buffer液で脱分極

したがこの差の理由は不明である。

Rehmらは磷酸酸性(pH 4.4) no buffer N液で正常またはそれ以上の酸分泌を示し,  $\text{H}^+$ 分泌後細胞内に生じた $\text{HCO}_3^-$ とN側 $\text{Cl}^-$ との交換がno buffer液で有利であると結論したが, 本実験はこれを支持し, さらに細胞内電位が細胞内 $\text{Cl}^-$ 濃度に強く依存することを示した。

**262. イモリ腎近位尿細管のイオン透過性と電気抵抗.** 丸山武夫, 桂木 猛, 鈴木泰三 (東北大, 医, 応用生理)

微小灌流法, 微小電極法等によって, イモリ腎近位尿細管の細胞内電位と細胞膜抵抗を同時に測定し, その結果から尿細管細胞の各種イオン, 有機溶質輸送の細胞機序を検討した。 $\text{Na}^+$ -Ringer液では管腔内に能動輸送されるD-glucoseを注入すると基底膜電位(Ebm)に著しい脱分極と同時に膜抵抗の減少をみた。これら電気的变化はD-glucose濃度に依存した。 $\text{Li}^+$ -Ringer液ではこれら電気的变化はほとんどみられなかった。Ebmは間質液中の $\text{K}^+$ 濃度を増すと脱分極を示すが, そのとき基底膜の抵抗は不変であった。一方管腔内液中の $\text{K}^+$ 濃度を増すとEbmの脱分極をみるが同時に基底膜の減少を伴う。Transtubular potentialは管腔内液の $\text{K}^+$ 濃度増加とともに負電位の増加をみた。管腔内液 $\text{K}^+$ , D-glucoseと $\text{Na}^+$ によるEbmの脱分極は直接これらイオンが基底膜に作用して脱分極することは考えられず, 刷子縁膜が脱分極する際に管腔内外の短絡抵抗を介して2次的に基底膜に脱分極をおこしていると考えられる。同時におこる膜抵抗の減少も考えられるが, この問題についてはさらに今後検討していきたい。

**263. ラット腎皮質スライスの p-amino 馬尿酸とり込みにおよぼすKの作用.** 林 曠, 星 猛 (東北大, 医, 第一生理)

腎尿細管における有機酸分泌の担体輸送はNaにより活性化される基質とNaの共輸送が主体をなしている可能性をわれわれは先に示したが, 本研究ではKの役割を知る目的で摘出ラット腎皮質スライスのp-amino馬尿酸(PAH)の組織内とり込み, およびスライスよりのeffluxに対する外液K濃度の影響を調べ, その作用を速度論的に解

析した。

1) PAH とり込みは外液 K 濃度により促進され、約 50 mM を越えると再び低下する。Rb, Cs は同様効果を示すが choline, Tris, Li には促進効果はない。2) K 濃度上昇と共に組織水含量も増加するが、マニトール添加により水含量を73% 附近に制限すると高K域のとり込みの低下はなくなる。ゆえに高K域の低下は水含量の増加による。3) K メジウム中でのとり込みは hippurate により競合抑制を受ける。4) Na および K の促進作用は相加的である。5) Na・K 一定条件でのとり込み速度は外液 PAH に対し Michaelis-Menten 速度論様の関係を示し、外液 K 濃度のみの変化は、とり込み速度の Vmax のみを変える。6) Efflux に対する作用は Na, 競合抑制物質に比し明らかな遅延が見られる。

以上の成績より K メジウム中でも PHA のとり込みは、担体を介しているものと考えられるが、K の担体輸送に対する作用は Na と異なり、見掛け上、膜内の移動速度、または活性担体数を増加させるように働くといえる。

**264. Cd<sup>2+</sup> の能動輸送促進効果.** 林 秀生, 有田 彰, 高田真理, 高山和恵 (埼玉医大, 第二生理)

Cadmium has been known to increase the short circuit current (SCC) in frog skin. This cadmium effect was analyzed by measuring the outflux and influx of sodium (<sup>22</sup>Na) under the short circuited condition in a SO<sub>4</sub>-Ringer's solution on the isolated bullfrog skin. E<sub>Na</sub> and R<sub>Na</sub> were calculated from the sodium outflux and the SCC by the Ussing's equation, and were compared with the SCC, the skin potential (PD) and the skin resistance. 1) Application of 2 mM Cd to the epidermal side was more effective in increasing the SCC than that to the dermal side. 2) Larger dosis of Cd (0.1~5 mM) exerted stronger effect on the sodium active transport. 3) The net flux (influx-outflux) of sodium seemed to coincide with the SCC before and during Cd application. 4) Both SCC and PD were increased by Cd in the three-fourth cases among 29 experiments, while those two

were decreased in the rest of the experiments. Those dual changes might be explained by invariable decrease in R<sub>Na</sub> and dual change (decrease followed by increase) in E<sub>Na</sub>.

**265. コルヒチンのヒキガエル膀胱膜水・電解質転送に対する影響.** 湯浅繁一, 浦壁重治, 白井大祿, 木村玄次郎 (阪大, 医, 第一内科)

微小細管 (microtubule) は種々の細胞機能に重要な役割を果していると考えられているが、われわれは微小細管が transcellular transport mechanism にも関与しているのではないかと想定し、微小細管蛋白と特異的に結合するコルヒチンのヒキガエル膀胱膜水・電解質転送に対する影響を検討した。

1. 10<sup>-5</sup> M コルヒチンは漿膜側添加4時間後に, vasopressin, cyclic-AMP の水透過性促進作用を抑制した。

2. 10<sup>-4</sup> M の高濃度では漿膜側添加1時間後より vasopressin, cyclic-AMP の反応性を阻害し, 4時間にはさらに強い抑制効果を示した。

3. Urea や amphotericin B の水透過性促進効果は, 10<sup>-4</sup> M コルヒチン漿膜側添加4時間後も全く抑制されなかった。

4. Na 転送 (S.C.C.) は 10<sup>-4</sup> M コルヒチン漿膜側添加4時間後も抑制されず, vasopressin の S.C.C. 上昇作用も阻害されなかった。

以上からコルヒチンは微小細管蛋白と結合することにより, vasopressin, cyclic-AMP の水透過性促進作用を抑制していることが推定された。すなわち vasopressin の水透過性促進作用には微小細管が関与し, 細胞内 cyclic-AMP 濃度上昇後, 粘膜側細胞膜の水透過性亢進までの過程に何らかの役割を果している可能性が示唆された。

**266. レセルピンの Na<sup>+</sup>能動輸送阻害作用の作用機序.** 丸茂文昭, 浅野 泰, 田島陽太郎\* (北里大, 医, 内科・埼玉医大, 生化\*)

レセルピンは, 主として交感神経末端に作用する降圧剤として, 臨床的に繁用されている。われわれは, レセルピンに Na<sup>+</sup>能動輸送阻害作用があることを見出したが, 本剤が水に難溶であるため, その構造の一部であるハーマン誘導体を用いて, レセルピンの作用機序の検討を行なった。

レセルピンは、 $5 \times 10^{-4} \text{ M}$  以下の濃度で、カエル膀胱膜の Na 能動輸送 (SCC) を完全に阻害する。ホルモン誘導体であるハーマリンも SCC を阻害し、カエル腎 Ms 劃分の Na, K-ATPase 活性を阻害した。

SCC 阻害作用の本態は、Na, K-ATPase 活性阻害と思われたので、より詳しく検討するため、ウサギ腎 Ms 劃分を用いてハーマリンの作用をみた。

まず、Na, K-ATPase の磷酸化が、ハーマリンで阻害されることをみたが、Na 濃度の上昇と共に阻害の程度が減少した。しかし、磷酸化が70%以上阻害され低 Na の濃度でも、Na, K-ATPase 活性の阻害は50%程度であり、磷酸化が完全に保護される高 Na 濃度でも、約20%の阻害がみられた。一方、K 濃度を変えてもハーマリンの阻害作用に変化は認められなかった。

以上の結果から、レセルピンの Na 能動輸送阻害作用の本態は、Na, K-ATPase 活性阻害作用であり、その阻害形式は混合型阻害と考えられた。

#### 267. 可溶化した筋小胞体膜の輸送 ATPase における逆反応. 金沢 徹 (阪大, 理, 生物)

Triton X-100 で可溶化した筋小胞体膜輸送 ATPase の約36%が無機リン酸によってリン酸化された。この反応は  $\text{Mg}^{2+}$  を必要とし、低濃度の  $\text{Ca}^{2+}$  によって強く抑制された。形成されたリン酸化酵素は速やかな turnover を示し、medium の遊離の無機リン酸と動的平衡にあった。リン酸化酵素の平衡濃度は、反応温度を上げると著しく増大した。過剰の  $\text{Mg}^{2+}$  存在下、 $37^\circ\text{C}$ , pH 7.0 で、酵素・リン酸複合体からリン酸化酵素が形成される反応のみかけの標準自由エネルギー変化、標準エンタルピー変化および標準エントロピー変化は、1 モル当りそれぞれ 0.35 kcal, 15.9 kcal および 50.2 e. u. であった。酸変性させたリン酸化酵素のヒドロキシルアミンに対する反応性および pH 安定性は、リン酸化酵素がアシルリン酸であることを示した。以上の結果は、この反応が筋小胞体膜における 2 価カチオンの能動輸送の最終過程の逆反応に由来したものであることを示唆すると共に、リン酸化酵素が酵素・リン酸複合体から形成される際に、エントロピーの著明な増大によって熱力学的に安定化されることを明らかに示している。さ

らに本結果は、筋小胞体膜によるイオンの能動輸送を駆動するエネルギー変換において、主要な役割を果すものがエントロピー変化であることを強く示唆している。

#### 268. 甲状腺ホルモンの熱発生機構における Na 能動輸送の役割. 浅野 泰 (カリフォルニア大, CVRI・北里大, 医, 内科)

甲状腺ホルモンの作用として熱発生機構のあることは古くより知られているが、1970年 Edelman 等はこの機構と Na 能動輸送とが couple しているとの仮説を立てた。そこでラット骨格筋を用いて  $\text{QO}_2$  および NaK-ATPase 活性を測定した。 $\text{QO}_2$  は横隔膜筋を用い Warburg respirometer にて測定したが、Na-Ringer と Na-free Ringer を使用し、その差から Na-transport dependent  $\text{QO}_2$  ( $[\text{QO}_2]_t$ ) を計算した。正常ラットでは甲状腺ホルモン ( $\text{T}_3$ ) 投与により  $\text{QO}_2$  は30%、 $[\text{QO}_2]_t$  は50%上昇し、甲状腺摘出ラットではそれぞれ、85%、160%上昇した。一方、下肢筋 Na K-ATPase 活性は正常ラットで25%、甲状腺摘出ラットで75%上昇した。 $[\text{QO}_2]_t$  と NaK-ATPase との上昇率の比は約 2:1 であった。続いて dose response を見る目的で甲状腺摘出動物に体重 100 g 当り 10, 50, 250  $\mu\text{g}$  の  $\text{T}_3$  を投与し、同様の実験を行なったところ  $[\text{QO}_2]_t$  は25%、54%、71% 上昇し、NaK-ATPase 活性はそれぞれ 15, 30, 41% 上昇し、 $[\text{QO}_2]_t$  と NaK-ATPase との上昇比は同様 2:1 であった。

今回の結果は Na 能動輸送の activation が甲状腺ホルモンの thermogenic action を mediate しているという Edelman の仮説を支持するとともに、 $[\text{QO}_2]_t$  と NaK-ATPase 活性との間の量的関係を示した。また甲状腺ホルモンが、いかなる機序で NaK-ATPase 活性、また Na ポンプを刺激するかは今後の検討を要する課題であると考えられた。

#### 269. 粘菌の plasmoidal caffeine drop 膜の性質. 黒田英世, 黒田 律 (愛知学院大, 歯, 生理)

真性粘菌フィザルム・ポリセファルムの変形体を 10 mM ほどのカフェインで処理すると、直径数百ミクロンの原形質滴が遊離してくる。この表

面は、少くとも電顕的には原形質膜類似の膜があり、内部では活発な原形質流動がおこなわれている。

この膜の電気生理学的性質は、膜電位よりみると、25°C 以下では $-10\sim-30$  mV で未処理の変形体膜にくらべると、はるかに浅い。ところが30°C 以上では $-80\sim-100$  mV を示す。しかもこの変化は可逆的で、温度を下げると、また浅い膜電位にもどる。

すなわちこの膜は、環境条件により、二つの安定な状態をとり、その間の転移をしよう。しかも20°C 以下、あるいは30°C 以上では膜電位は非常に安定であるが、25°C 附近ではしばしば膜電位の“ゆらぎ”が観察される。このゆらぎは振動数、数ヘルツ、振幅数mVの不規則なものが多いが、徐々に、数分の1ヘルツ、振幅10 mVにも達する規則的な振動に変化することが観察される。このような現象の解析は、膜の微小部位間の相互作用を知る一助となると考える。

#### 270. Chara 細胞膜の2時定数モデル。岸本卯一郎 (阪大, 教養, 生物)

細胞、組織を平行平面の電極間におき、ブリッジ法で求めたインピーダンス軌跡は Cole-Cole の円弧則にしたがう例が一般的である。この際電力線の方向が必ずしも細胞膜に垂直のものばかりではないこと、低周波での電極インピーダンスの補正に多少の問題がのこる。

そこで chara の節間細胞について細胞内長軸上に金属電極をおき、外部の金属電極との間で直接細胞膜のインピーダンスの測定を試みた。この際膜電位制御法を利用して正弦的な膜電位変化の大きさを一定に保ちつつ、その周波数変化に対する電流変化の大きさと位相の変化をオシロスコープで記録することによってインピーダンス測定を1 Hz $\sim$ 2 kHz にわたって安定に行ないうることがわかった。

得られたインピーダンス軌跡は一般に円弧則より外れる。その形は単一緩和時定数モデルや一定位相角膜インピーダンスモデルでは説明できない。少なくとも二つの異なった緩和時定数の存在を仮定するとインピーダンス軌跡をうまくシミュレートできることがわかった。単一膜のイカの巨大神経線維でも同様な結果をえているので、上記

の結果は chara の細胞に二つの膜が存在するという形態的なことよりも、一般に膜に二つあるいはそれ以上の異なった時定数をもつイオン過程が存在していることを示しているように思える。

#### 271. SDS アクリルアミドゲル電気泳動法によるニテラ細胞膜の興奮時の変化の測定。竹中敏文, 吉岡 享, 渡辺文江, 堀江秀典 (横浜市大, 医, 第一生理)

Sodium dodecyle sulfate (略称 SDS) は、その強力なタンパク質の可溶化作用と、分子量測定の容易さによって、膜タンパク質の研究に圧倒的に用いられるようになってきた。また放射性ヨードの酵素的標識法は膜不透過性物質による最も一般的な膜タンパク質の化学修飾法として親しまれてきた。

われわれはこうした生化学的な手法をとり入れて興奮性膜の示す種々の状態での膜表面タンパク質の電気泳動法による分析を行なった。材料としてはニテラの節間細胞を用い、原形質膜のヨード標識は細膜壁の外側から行ない、tonoplast の標識は内部灌流法により行なった。

この結果原形質膜では、タンパク質の泳動パターンは、分子量3万 $\sim$ 1万にかけての幅広い分布を示した。膜に電気刺激を行ない活動電位を5 $\sim$ 10回発生した膜では、高分子側のピークは減少し、低分子側のピークは増大した。また60 mM KCl で脱分極を行なった膜では、高分子側も低分子側も一様に減少することがわかった。また tonoplast はヨード標識が非常に困難で、原形質膜にくらべると $10^{-4}$  以下であることがわかった。

#### 272. ニテラ原形質ドロップ表面興奮性膜の構造。井上 勲, 小島陽之助 (北大, 薬学)

Structure of excitable membrane formed on the surface of protoplasmic droplets isolated from *Nitella* was studied by means of chemical modification of SH-groups of the membrane proteins. Two SH-reagents, p-chloromercuribenzoate (PCMB) and N-ethylmaleimide (NEM), and one reducing agent, dithiothreitol (DTT) were applied extrinsically to the drop membrane. The electrophysiological and physical properties

of the membrane, i. e. the membrane potential, electric resistance, excitability and the tension at the surface were examined in conjunction with the chemical modifications. The results obtained are summarized as follows :

1. The excitability of the drop membrane was suppressed irreversibly when the droplet was treated either by 0.2 mM PCMB or 1 mM NEM. Every droplets treated with SH-reagents was disrupted within an hour when the period of the treatments exceeded 5 min. During the process of disruption, the membrane potential and electric resistance increased. The surface tension decreased temporarily by a factor of  $10^{-3}$  (from  $10^{-1}$  to  $10^{-4}$  dyne/cm), then increased and approached to  $10^{-1}$  dyne/cm in the PCMB solution without recovery of the excitability.

2. Application of 4 mM DTT against the PCMB-treated droplet led to a gradual but complete restoration of the membrane potential, electric resistance, and of the excitability.

3. The excitability which was suppressed by the treatment of SH-reagents could also be recovered by means of repetitive transitions between the resting and depolarized states by alternative exchanges of the external media with a dilute and a concentrated salt solutions.

These results imply that the chemical modification of SH-groups of the membrane proteins changes the whole structure of the membrane, and that the process of excitation is accom-

panied by a drastic variation in composition of the molecules constituting the surface membrane.

### 273. シャジクモにおける活動電位の隣接細胞におよぼす影響. 田端孝義 (東北大, 薬学)

The effect of action potential of an internodal cell on the neighbouring internode was investigated. A nodal region including two adjacent internodes was immersed in an artificial pond water (APW). When an action potential of one internode produced by electric stimulation reached the node, the electrotonic depolarization was generated in the neighbouring cell. In the early stage the level of depolarization increased gradually in proportion to the potential change in the rising phase of action potential, and just before the peak of action potential the depolarization level suddenly decreased by about 30 mV. This sudden decrease of depolarization was assumed to be due to the excitation of internode membrane facing to the nodal cells. Furthermore, when the length of neighbouring internode immersed in APW was shorter than 0.3 cm (0.5 cm when immersed in 1 mM KCl or 10 mM NaCl), or when two internodes were placed in moist air, the depolarization reached the threshold level and lead to a production of action potential in the neighbouring internode.

## 22. 興奮性膜 (274—295)

274. クラゲにおける上皮伝導の理論的考察. 吉田昭彦, 奥田賢三\* (大阪市大, 工, 応物・大阪工大, 教養\*)

ランダム結合神経網において連続近似ができ, 相対不応期が無視され, さらに演算子が2階の微分係数で書き表わされる時, 時間, 空間の関数としての細胞内電位は下記の方程式を満足することがわかる<sup>1)</sup>.

$$\{a + (1/v) \frac{\partial}{\partial t}\}^2 \phi - D^2 \phi = (k/\tau) 1[\phi - \theta]$$

ただし,  $a, v, k, \theta, \tau, 1, \phi$  はそれぞれ結合状態, 軸索伝導速度, 密度, 閾値, 絶対不応期, 細胞内電位を表わす.

次に閾値に対する時間的变化を考察し,

$$\theta_f(x_1 t) = c \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} X(x_1 t - s) ds$$

とする, ただし  $X(x, t-s) = k/\tau 1[\phi - \theta]$  でこの  $X$  は平均発火率を表わす. 上記の2方程式を考察することによってパルス状の巨視的興奮領域の伝播することがわかった.

一方 *xenopus* のおたまじゃくしを用いての実験より上皮細胞にも神経細胞に類似する性質があることがわかった。また上皮細胞は上記の方程式の導出の仮定をかなりよく満足している。したがって上皮細胞の中を巨視的興奮領域の伝播が理論的に予想される。実際そのような興奮伝播はクラゲにおいては観測されている。クラゲの上皮細胞の細胞内電位などは測定されていないが、*xenopus* の類似性は成立するであろう。しからばクラゲの上皮細胞の中の巨視的興奮領域の伝播が考えられる。

1) Okuda, M. & Yoshida, A. (1974) *J. Theo. Biol.* to be published.

**275. 成熟過程におけるヒトデ卵細胞膜の電気的特性の変化.** 宮崎俊一, 佐々木成人, 大森治紀 (東大, 医, 脳研, 生理)

ヒトデ未熟卵の定常電圧-電流曲線は、内向き整流、外向き整流とその間の負性抵抗部からなる特長的な非線型である。また  $-20$  mV 以上になると、一時的に K イオンの外向き電流が流れ (K-activation) 即座に inactivate する (K-inactivation) ことを voltage clamp 法で確かめた。

内向き整流は、過分極側において K conductance が kinetics を持って上昇するために起る、いわゆる anomalous rectification である。ヒトデ未熟卵は、1-methyl clenine という成熟ホルモンで人工的に成熟させる事ができる。この過程における膜特性の変化は、1) まず最初の30分で K イオンの選択的な透過性の減少により内向き整流、外向き整流が弱くなる。2) 次に1時間位すると内向き整流が増大しもとのレベルまで戻る。

3) さらに 1-MA 後、2.5時間経ると、急に外向き整流が強くなる。これは先に述べた K-activation に続く inactivation が消失したためである。この外向き整流は、ホヤ幼虫筋細胞における遅延整流が、K-activation, inactivation として、発現し、その inactivation が消失することにより、完成することより見て、遅延整流の一つの発達型であると思われる。

**276. ホヤ卵細胞膜における Na および Ca 電流の同定.** 岡本治正, 高橋国太郎\*, 吉井光信\* (東大, 医, 脳研, 生化・東大, 医, 脳研, 生理\*)

これまで報告してきたように、ホヤ未受精卵ですでに膜興奮を示し、それに Na, Ca 両イオンが関与している。今回、膜電位固定法でさらに一般の興奮膜との相同性を調べた。Na 内向き流は、約  $-50$  mV から出はじめ、 $-25$  mV 辺りでピークに達し、 $+60$  mV 近くで反転する。最大時には  $3 \times 10^{-8}$  A にも達し、また時間経過は活性、不活性化過程をもち、時間は10倍ぐらいかかるが、ヤリイカ軸索などと極似する。Li, K, Rb, Cs などの透過性の比も、いわゆる Na チャンネルで報告されているものと相同であることがわかった。TTX は効かなかった。次に、Ca 内向き流は、0 mV 近くの高い閾値をもち、Na 流と比べ小さく、より遅いが、時間経過は、これも電圧依存性に変化する。20 mM Co, 1 mM La イオンでほとんど抑制され、また Sr, Ba イオンでよく代行される。これらは、甲殻類の横紋筋での Ca チャンネルと相同であるといえる。興味あることは、トリス、コリンで外液の Na を完全に置換して、高濃度の Ca イオンを入れると、Na 内向き流と同じ閾値、時間経過をもつものが表われ、これが Ca 流によるものと確かめられた。以上のことから、ホヤ卵細胞膜でも、Na, Ca 両チャンネルが存在し、この両方に Ca イオンがとおることがわかった。

**277. 興奮性膜とイオンの相互作用より興奮現象の解析.** 横山悠男 (名大, 医, 第二生理)

興奮現象の実験結果は数多くある。そこで、私はそれを基にし、イオンの膜透過性の興奮時の動的变化に関して、興奮性膜とイオンの相互作用による potential barrier の形成と消失という点より解析をおこなってみた。1) イオンの pore 内の集積点は膜固定電荷単位構造子 (レシチン-コレステロール複合体, 2個) の大きさと電荷の配位置および膜の厚さより、pore内に6箇所存在する。2) そのような極微空間では、イオンの運動が電場の変化によって制約される。3) Pore内の各集積点のイオン分布と電位分布が相互に関連しあい、各集積点のイオン濃度が決まる。4) 各集積点間に potential barrier は形成されるが、イオンの運動が独立ではないから、poreの1通路全体として一つの potential barrier が存在するとして取扱う。5) Pore内の電流密度は poreの外側と内側近辺のイオンの集積濃度と pore半径およ

びその部位の電位勾配によって大きく影響される。6) 静止状態の膜固定電荷の局在化による potential barrier の形成では、一層の水和イオンの水分子が pore 軸に対し、3個存在し、6個の固定電荷(酸素原子)と水素結合を有する。7) 興奮状態では、イオンの移動に伴って pore の膜面の虚像電荷の移動が生じ、熱運動エネルギー(4170 K°に相当)が与えられる。8) それによって膜の固定電荷の非局在化が生じる。9) Na イオンの2層水合イオン(6.5 Å)に pore 半径が近くにしたがって、Na イオン電流成分は不活性化される。

#### 278. $\text{Ca}^{++}$ 依存性活動電位の抑制について。

岩崎静子, 黒田敏子(東京医大, 第一生理)

Agents to block the initiation of the Ca-dependent action potentials in the X-organ of crayfish was investigated with glass micro-electrodes. The following agents abolished the initiation of the Ca-dependent spike potentials reversibly. 1) Divalent cations; Co, Mn, Mg. 2) D 600 or verapamil,  $5 \times 10^{-5}$  g/ml. 3) Membrane hyperpolarization. 4) Increase in the tonicity of the medium either with sucrose, NaCl or choline-Cl. In (2), action potentials were abolished with a little decrease in the delayed rectification of the membrane. In (3) and (4), on the contrary, the conductance increase or marked increase in the delayed rectification was observed. TEA enhanced the amplitude of the action potentials and made the blocking effect of (3) and (4) less effective. From these results, it seems reasonable to conclude that the increase in the potassium conductance impedes the initiation of the Ca-dependent action potentials. The blocking mechanism in (1) and (2) may be different from (3) and (4).

#### 279. $\text{Ca}^{2+}$ によるシナプトソーム膜の状態変化。上坂伸宏, 神野耕太郎, 井上章(京大, 医, 第二生理)

Using a TNS, a fluorescent probe, and spin labelled stearic acids, conformational changes in synaptosomal membranes were studied in

the presence or absence of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  which causes interaction with membranes. The results obtained are as follows:

1. In isotonic NaCl media,  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mn}^{2+}$  cause enhancement of fluorescence of TNS measured at 427 nm, its dependence on  $\text{Ca}^{2+}$  (or  $\text{Mn}^{2+}$ ) concentration being concordant with their binding with membrane Ca-sites. In KCl media, not only fluorescence is depressed, but also fluorescence-enhancing effect of  $\text{Ca}^{2+}$  (or  $\text{Mn}^{2+}$ ) is lost just as synaptosomal  $\text{Ca}^{2+}$ - (or  $\text{Mn}^{2+}$ -) binding in KCl media. Thus, changes in fluorescence of TNS is concluded to reflect changes in membrane structure closely related to Ca-binding sites,  $\text{Ca}^{2+}$  increases hydrophobicity, while  $\text{K}^{+}$  makes membranes more hydrophilic.

2. The outer hyper-fine extrema (2 T<sub>1</sub>) of ESR spectra of spin labelled synaptosomes were always smaller in KCl than in NaCl. Such an effect of  $\text{K}^{+}$  was observed only with synaptosomes, never with myelin or brain microsomes. We failed to prove the effect of  $\text{Ca}^{2+}$  on ESR spectra of spinlabelled synaptosomes, but found that divalent heavy metals caused a increase in 2 T<sub>1</sub>. Thus, ESR spectra of spin-labelled synaptosomes appear to reflect changes in membrane relatively unrelated to Ca-sites, mainly those in membrane lipids,  $\text{K}^{+}$  reducing their hydrophobicity.

#### 280. ザリガニ巨大線維の複屈折性変化と膜電位。渡辺昭, 寺川進(東京医歯大, 医, 第二生理)

ザリガニおよびイカの巨大線維を、交叉させた偏光子と検光子との間に入れ、光を通過させて、興奮に伴う光の変化を観察した。ザリガニの食道神経管に含まれる内側巨大線維では、興奮に伴って光の強度の減少が見られ、そのシグナルをA B C Dの4型に分けることができる。A型は三角波状でスパイクの成分がみられず、B型はスパイクに続いてゆるやかな光の減少相がつづき、C型はスパイクのみでそれに続く相を持たず、D型はスパイクのあとにゆるやかな光の増加相が続いた。

これらの型は活動電位の形と相関を持ち、活動電位が後脱分極を示す時にはAおよびB型が多く見られ、活動電位が後過分極を示す時はD型が多く見られるが例外も存在した。くり返し刺激を与えると、光のシグナルは重畳するが、活動電位の後電位にはほとんど重畳はみられなかった。また、C型およびD型では、ある時間後に、必ず光の強度がゆるやかに低下してゆく相があらわれた。これと同様の変化は、イカの巨大線維においても見られた。これらのシグナルが複屈折性のおそい減少によることを、4分の1波長板により証明した。

**281. イカ巨大神経膜の相転移, spatial non-uniformity.** 井上 勲, 小畠陽之助, I. Tasaki\* (北大, 薬理・米国, NIH\*)

Electrical properties of the axon membrane were examined under internal perfusion of squid giant axons with a dilute solution of NaF or CsF. The rate of propagation of the action potential was markedly enhanced when NaCl was added to the external  $\text{CaCl}_2$  solution. The membrane conductance both at rest and during the action potential was increased with increasing Na-concentration in the external medium. In the perfusion zone of these axons, the action potentials in different parts of the membrane were found to terminate in a more-or-less spatially random and temporally irregular fashion. When the electric field outside the axon membrane was examined with hyperfine glass-pipette electrodes, small rectangular potential changes of uniform amplitude were observed. These small potential changes were interpreted as indicating spatial non-uniformity of the axon membrane during excitation. The importance of long-range electric interaction between different parts of the axon membrane is emphasized.

**282. 静止時における巨大神経線維の  $\text{Na}^+$  に対する親和性.** 北里 宏, 村山公一 (京都府医大, 第二生理)

$^{22}\text{Na}$ -efflux from squid giant axon was measured at various external Na concentrations under the voltage clamped conditions. The

external Na concentration was changed over the range of 4.5 mM to 450 mM. At the resting potential the lowering Na concentration had no effect on the Na-efflux. Similar finding was observed at the both states hyperpolarized and depolarized, even though the efflux increased with depolarization. These findings suggest that the affinity of Na pathway to  $\text{Na}^+$  is so low that almost all the outer orifices of Na pathways are not occupied by  $\text{Na}^+$  at the Na concentrations lower than that in the normal sea water, and the change in the degree of the inactivation of Na pathway is not related to the affinity of Na-pathway.

**283. イカ巨大神経における  $\text{Mn}^{++}$  スパイク.** 山岸俊一 (東京医歯大, 医, 第二生理)

Mn イオンは細胞膜において Ca イオンに拮抗し、膜興奮、シナプス伝達、筋の興奮収縮連関等に対し強い阻害作用をもつことが知られている。だが、細胞内を灌流したイカ巨大神経においては Ca を完全に Mn に置換した各種の溶液中で十分に大きな活動電位が発生し、持続することを見出した。

神経細胞内を 25~100 mM KF または 25 mM CsF 溶液 (glycerol を加え 1.2 osmol に調整) で灌流し、外液をまず 450 mM NaCl+50 mM  $\text{CaCl}_2$  とすると 130 mV 前後の活動電位が発生する。このとき Ca をすべて Mn に置換すると静止電位および活動電位は 10~20% 減少するが 100 mV 前後の充分大きな活動電位が 1 時間以上にわたって継続する。100 mM Mn に置換した場合興奮維持の条件はずっと厳しくなるが、それでも 30% 減程度の活動電位が 30 分以上にわたり維持された。さらに灌流をしない axoplasm のままの神経でも Ca を Mn に置換した人工海水中で 1 時間以上にわたる興奮持続が確認された。

また細胞内を 25 mM CsF で灌流した場合、50 mM  $\text{MnCl}_2$  のみの溶液を用いた場合 70 mV をこえる大きさの活動電位が 18 分以上持続することを確かめた。Mn も Ca も含まない NaCl のみの溶液では 3~7 分の間に興奮は消失してしまうので以上のすべての結果は Mn に依存した興奮発生といえる。膜抵抗は Ca から Mn への置換により

10~50%増大するのが基本的傾向である。

**284. ひだりまきマイマイ IPSP のイオン機構.** 高頭勉明, 野田行文, 塩屋明利, 菅谷英一\* (中外製薬, 総合研, 薬理・神奈川歯大, 第一生理\*)

ひだりまきマイマイ (*euhadra quaesita*) の腹足神経節には特定神経の刺激に応じて2相性 IPSP を発生する D 型細胞がある。

この IPSP は 10~20 mV の速い component と 10~20 mV の遅い component より成り, 以下に示すような異なるイオン機構を持つことがわかった。

1. 速い component は膜抵抗の減少を伴ない, -65 mV 付近に逆転電位を有するが, 遅い component には膜抵抗の変化も逆転電位も認められない。

2. 速い component の逆転電位は細胞外  $\text{Cl}^-$  濃度の減少および細胞内  $\text{Cl}^-$  注入により変化を示さないが, 細胞外  $\text{K}^+$  濃度の増減により直線性的変化を示す。

3. 速い component は TEA の細胞注入によって消失する。

4. 遅い component は膜抵抗減少を示さず遅い component の逆転電位 ( $\text{K}^+$  の平衡電位) より過分極方向に動くが, 低温 (6°C) の灌流液中で特異的に消失する。

5. 遅い component は  $5 \times 10^{-4}$  M の ouabain により消失する。

これらの実験結果から, 速い component には  $\text{K}^+$  の outflux が関与し, 遅い component には部分的に electrogenic な機構が関与していると考えられる。

**285. 巨大アフリカ・マイマイの同定せる巨大神経細胞に対する catecholamine 系物質群の作用.** 竹内 宏, 横井 功, 森 昭胤, 高坂睦年 (岡山大, 医, 脳研)

Intracellular biopotentials were recorded from the PON (periodically oscillating neurone) excited by dopamine (DA) and the TAN (tonically autoactive neurone) inhibited by DA.

DA had the strongest excitatory (depolarizing) effect on PON. Two agonists (L-norepine-

phrine (L-NE) and L-epinephrine (L-E) had an excitatory effect which was weaker than that of DA. Three collateral metabolites (tyramine, octopamine, snephrine) and three intermediates (3-methoxytyramine, normetanephrine, metanephrine) showed only a weak excitatory effect. Three precursors (L-phenylalanine, L-tyrosine, L-DOPA) and three end products (homovanillic acid, vanillylmandelic acid, 3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol) had no effect on PON.

Three active catecholamines (DA, L-NE, L-E) showed an inhibitory (hyperpolarizing) effect on TAN. DA was the most potent. Octopamine showed an inhibitory effect, but it was weaker than that of the three active catecholamines. The two other collateral metabolites and the precursors, intermediates, and end products had no effect on TAN.

The structure-activity relationships of the compounds examined appeared similar for the two DA sensitive giant neurones, although the neuronal responses were reversed. The sensitivity difference to DA and to the other active catecholamines, however, was larger for PON than for TAN.

**286. 巨大アフリカ・マイマイの同定せる dopamine 感受性巨大神経細胞に対する核酸とその関連物質の作用.** 横井 功, 竹内 宏, 森 昭胤, 高坂睦年 (岡山大, 医, 脳研)

The PON and the TAN sensitive to DA (cf. article No. 285) were used.

In contrast to the remarkable excitatory effect of  $3 \times 10^{-5}$  g/ml of DA on PON, adenosine, its derivatives (3', 5' C-AMP, 3', 5' C-AMP di-Bt, AMP, ADP, ATP, 2', 3' C-AMP) and methylxanthines (theophylline, caffeine) showed only slight excitatory effects even at the high concentration of  $10^{-3}$  g/ml. The other nucleic acid components tested (3', 5' C-GMP, GMP, IMP, ITP, etc.) had no effect at  $10^{-3}$  g/ml on PON.

The TAN, inhibited by  $3 \times 10^{-5}$  g/ml of DA, was not affected by nucleic acid components or their relatives tested at  $10^{-3}$  g/ml.

From the difference of effective concentration between DA and nucleic acid components (3', 5' C-AMP, 3', 5' C-AMP di-Bt, etc.), we concluded that the latter substances did not mimic either the excitatory or the inhibitory effects of DA on the identified giant neurones. Perhaps, adenosine or its derivatives had a direct depolarizing effect on PON neuromembrane, when applied at a high concentration.

**287. 神経節細胞におよぼす代謝阻害剤の効果.** 屋井ヒデ子 (埼玉医大, 第二生理)

There are many cells sensitive to ACh in subesophageal ganglion of land snail. Some of them are called H cells because their membranes become highly permeable to  $Cl^-$  by ACh, resulting hyperpolarization and resistance decrease of the membrane.

Dinitrophenol (DNP) caused depolarization of 20~30 mV ( $\bar{x}$ : 11.5 mV) in the most H cells and resistance increase by 7~77% ( $\bar{x}$ : 31.3%) in two-thirds of them. Spontaneous discharges and/or PSPs started or their frequency increased. Some inhibition on ACh response of H cells by DNP was always observed—i. e., decrease of degree of hyperpolarization and resistance decrement. This latter effect on resistance was especially remarkable and it came out immediately after the application of DNP, preceding all the other effects. Recovery from DNP was rather prompt and complete.

Ouabain usually depolarized membrane potential (4.2~15 mV,  $\bar{x}$ : 9.6 mV) and decreased resistance (26~97% of normal value,  $\bar{x}$ : 74%) in H cells. ACh response was inhibited to some extent. Recovery from these effects was extremely slow and often incomplete.

It seems that DNP directly affects on membrane receptor sites, while ouabain indirectly affects on membrane receptor mechanism through depression of metabolic process.

**288. Aequorin による神経細胞内 Ca 流入.** 斎藤 望, 中島 博 (独協医大, 第二生理)

**289. ウサギの交感神経細胞への螢光色素注入とその膜特性.** 西彰五郎, 田代信雄\* (ロヨラ大, 薬理・九大, 医, 第一生理\*)

Ionized calcium concentration in crayfish circumoesophageal axon and calcium inflow after stimulation were analyzed in referring to the similar studies on squid giant axon (Hodgkin & Keynes '57; Baker, Hodgkin & Ridgway '73). All our experiments were carried out by recording (photon counter, C-767 Hamamatsu) the light emitted from the axon which had been injected with aequorin (10~50 nl through electrical recording electrode), a protein extracted from the jelly fish (*Aequorea macrodactyla*) which emits light in the presence of ionized calcium (Shimomura, Johnson & Saiga '62). Resting axon in normal saline solution (13 mM Ca) started to emit within 10 min after aequorin injection. The emission (LR) kept 20~70 photons/sec ( $1 \sim 2.5 \times 10^5$  photons/sec  $cm^3$ ) These figures are about one thousandth of squid giant axon.

If stimulated in normal saline solution, the propagated action potentials gave additional emission of slow rise and rapid fall time course. Half time of falling phase was 10~30 sec. The emission ( $dL$ ) of 7~14 photons/sec imp (10~150 photons/sec  $cm^2$ ) followed the stimulation from 25 to 10 Hz. The ratio,  $dL/LR$  is 0.1~0.2 which is much higher than that of squid axon. From the ratio is a tentative resting ionized calcium able to be estimated; it is 1~10 nM.

**290. Pflugger の法則とイオン説の陽極開放興奮.** 大山 浩, 須貝外喜夫 (金沢医大, 第一生理)

イオン説によれば静止時に約40%の非活性化を受けている Na 透過性が, 過分極中に再活性化される結果, 開放時に極く自然に陽極開放興奮が発生する. かつての Hill の理論も陽極開放興奮発生時の膜が静止時の膜と同一であるという点では類似している.

ヒキガエル単一ランピエ絞輪の実験から, 過分極により絞輪膜一部に発生した小破壊が興奮膜に

脱分極電流源として付加された形となり陽極開放興奮が発生することを大山等が、1960年に発表した。これによれば、傷害された有髄神経や、ヤリイカ巨大神経線維に発生する陽極開放興奮は、それらが、本来脱分極によってのみ興奮する膜が閾値以上の脱分極を受けた状態が静止時である組織として容易に理解できる。

今回ウシガエル神経束について観察をした。正常では陽極開放興奮の閾値は陰極閉鎖興奮の閾値の数倍である。さらにその2倍程度の刺激により最大陽極開放興奮が発生し、その直後には数分の1の弱刺激で同一振巾の活動電位が発生する。同じ強度の開放刺激に対し、活動電位の振巾は次第に低下し、数10秒後の後に陽極開放興奮を発生させるには、再び陰極閉鎖閾値の数倍を要する。正常の神経束中の A- $\alpha$  線維は全て単一絞輪に見られたと同一の機構、すなわち興奮膜の小破壊により陽極開放興奮が発生するもので、Pflüger の法則における陽極開放興奮には、イオン説の説明が当てはまらないことが結論される。

**291. 末梢神経の膜電位および活動電位に対する VB<sub>12</sub> におよび aldosterone の作用.** 菱田不美, 秋重順子, 村田憲彦, 武重千冬 (昭和大学, 第一生理)

VB<sub>12</sub> や aldosterone は末梢神経の興奮伝導に影響し、低濃度では活動電位を増大させ、高濃度では抑制する。両物質の作用機序を知る為にウシガエルの前根と後根を用い、sucrose-gap 法により膜電位と活動電位を記録して検討した。VB<sub>12</sub> の低濃度 (20 r/ml) の作用では膜電位は過分極の状態になり活動電位は減少する。Aldosterone の作用も同様である。両物質の作用の発現はゆっくりで温度依存性が高く、代謝過程に影響することも予想されるので、外液を K-free にするかあるいは DNP 10<sup>-4</sup> g/ml を加えて能動輸送を抑制した状態で VB<sub>12</sub> の作用を検討した。すなわち低濃度の VB<sub>12</sub> の作用は K-free 下でははっきりしないが、DNP 作用下では残存する傾向がみられる。高濃度の VB<sub>12</sub> の作用はどちらの条件下でも消失する。さらに Ringer 液中の Cl を NO<sub>3</sub> で置換して Cl を除去するか、あるいは外液に CuSO<sub>4</sub> 10<sup>-5</sup> M を加えて Cl の透過性を低下させた条件下で VB<sub>12</sub> の作用を検討した。いずれの場合も低濃度

の VB<sub>12</sub> の作用による過分極効果は出現せず高濃度の VB<sub>12</sub> の作用による脱分極効果が出現する。以上の結果から、低濃度の VB<sub>12</sub> は Cl の流入を促進する効果があり、その結果電位が過分極側に移行し、活動電位を増大させるのではないかと思われる。高濃度の VB<sub>12</sub> は能動輸送を抑制する作用があり、その結果膜電位の脱分極と活動電位の減少が生ずると推定される。

**292. ニワトリにおける小脳延髄槽の位置と化学物質の投与方法について.** 関 園子, 長岡二郎, 根本俊男, 難波啓泰, 江森茂十三, 宮沢 敬 (神奈川歯大, 口腔生理)

化学物質をイヌの小脳延髄槽から脳脊髄液 (C. S. f.) に注入して痙攣を起こさせその状態を観察する研究は数多く発表されている。同様な方法でニワトリの C. S. f. に化学物質を投与し、その状態について実験的観察を行なった。当教室ではすでにニワトリの自家有精卵を用いケイ卵の孵化発生過程における奇型の有無や中止卵等について検討してきた。孵化発生後のニワトリは研究の目的によりは飼育し、成長過程の観察や内部的研究のため教室のケイ舎にて飼育管理されており、ケイ卵に投与した同物質をニワトリに投与し、ケイ卵の発生過程よりニワトリへと一連した観察もできうる。

実験方法としては、1) ニワトリは教室鶏舎にて飼育、管理されている白色レグホーン種のニワトリで、平均体重 1.7 kg である。2) 動物の固定方法は今まで行なってきた固定方法では色々の実験上の困難や障害を生ずるので前研究時、電氣的刺激、その他痙攣を実験する際に特定の固定装置を考案、使用したが、今回は特定の固定台を使用せずに両翼を交互することによりそのうごきを制止させ、実験を行なった。3) 薬物投与方法については従来イヌにおける方法と同様にニワトリの頭部を脊柱の頸椎部に対しほぼ直角に保つと、矢状方向と巾 3 mm ~ 5 mm 前後の小脳延髄槽がみられる。穿刺針の刺入点は外後頭隆起の下方、すなわち、ニワトリの頭部を脊柱の頸椎部眼耳平面に対し、頭蓋骨隆起下部約 8 mm ~ 12 mm より直角、矢状方向に巾 3 mm 前後、深度約 3 mm ~ 4 mm で消毒済みの長さ 10 mm ~ 15 mm の 1/4 注射針を使用した。

293. 神経の電気的活動の基礎としての物理系. 松本政雄, 北村奉正, 半場道子 (群馬大, 医, 第一生理)

神経線維の等価回路を実験的に定め, これが真に神経線維の等価回路として必要にして十分な条件を満足するか否かを実験的に検討するため, この回路を電気的素子を以て構成し, 電気的神経模型 ENM と名づけた. ENM に対して矩形波はもちろん, 種々の形の電流を適用しその電気的性質および振舞を観察した. その結果 ENM の電気的性質および電気的振舞は神経線維のそれらと全く同様であることが知られた. すなわち静止状態における分極性, 整流作用, 静止電位の現れ方, 活動状態における振舞としては活動電位の経過, 刺激閾, overshoot をはじめ, 絶対不応期, 相対不応期, accommodation の現れ方, 交流に対する反応, voltage clamp 法に対する振舞, 電気緊張状態における諸性質等およそ神経線維における既知の電気現象はことごとく神経線維においてそれらが現れる状態と同様の状態で現れた.

以上の結果から神経線維の電気的活動の経過はすべて ENM のような物理系で表現されることが明らかにされた. このことは神経線維の電気的活動に化学反応が関与しないとの意味ではなく, 化学反応が関与してもその結果発現する電気現象の経過は上述の物理系における電気活動として取り扱うことができるの意味である. 筆者等は上述の見解を「神経の電気的活動の物理説」と呼んだ.

294. 半波正弦波による生体抵抗容量に対する振巾の影響. 斎藤忠義, 横山元昭 (日本歯大, 生理)

S. C. R. を用いて半波正弦波  $e = Em \sin(\omega t + \phi_0)$ , ( $0 < \omega t + \phi_0 < \pi$ ) を発生せしめ ( $Em, \omega, \phi_0$  を制御できる) これを抵抗  $r$ , 容量  $C$  の直列結合に模した蛙皮に印加し, 入力抵抗  $R$  なる測定器にあらわれる過渡電位を  $v$ ,  $t = 0$  の  $e, v, r, C$  および  $v$  の勾配を  $e_0, v_0, r_0, C_0, k_0, v$  の最大値を  $v_m$ , その時間を  $t_m$ , そのときの  $r, C$  を  $r_m, C_m$  とすると,

$$r_0 = R \left( \frac{Em \sin \phi_0}{v_0} - 1 \right)$$

$$C_m = \frac{v_m}{R \omega Em \cos(\omega t_m + \phi_0)}$$

$$C_0 = \frac{v_0}{RE_m(v_0 \omega \cos \phi_0 - K_0 \sin \phi_0)}$$

また  $(R+r_m)C_m = x$  とすると

$$\frac{Ax-B}{C-Dx} x^2 = \varepsilon - \frac{E}{x}$$

ただし,  $A = \omega^3 \cos(\omega t_m + \phi_0)$ ,  $B = \omega^2 \sin(\omega t_m + \phi_0)$

$$C = \sin \phi_0, D = \omega \cos \phi_0, E = t_m$$

以上より  $r_0, C_0, r_m, C_m$  がえられる.

$E$  を 800 mV, 2,000mV, 4,000mV.  $\omega$  を  $244 \times 10^2 \sim 9235 \times 10^2$  rad に変化したとき  $r_0$  はほとんど変化せず.

何れの値も  $\omega$  の増加と共に減少し,  $E_m$  の増加に対し  $r_0$  はほとんど変化せず,  $r_m$  は 10~20% の減少,  $C_0, C_m$  は高周波ではあまり変化せず低周波では増加した.

295. 筋内外に直流通電したときの抵抗, 容量, 電位. 斎藤忠義 (日本歯大, 生理)

生体に直流通電した際, 単純に増加または減少の一つの指数函数に当てはまるものではなく, ことに印加電位の増大に伴い複合指数函数となる. これは生体が一つの容量と抵抗の等価回路ではなく, 複数の容量と抵抗による回路に模されることを示す. 生体は電位をもつゆえ, これは少くとも増加, 減少あるいはその反対の 2 相を受持つ可能性がある. いま最も簡単な場合として, 微小電極をガマの *M. of sartorius* に弱い印加電位  $E$  を印加し過渡電位が一相を呈する場合, これを解析すると, 早いときと遅いときには時定数が異なる二つの複合指数函数となる. これを  $\alpha_1, \alpha_2$  とし,  $t = 0, \infty$  の過渡電位を  $V_0, V_\infty$  とする. また生体の電位を考えこれに逆向きの  $E$  を作用したときの時定数を  $\alpha'_1, \alpha'_2$ ,  $t = 0, \infty$  の電位を  $V'_0, V'_\infty$  とする. 生体に一方向の通電を行なった際, 容量  $C_1, C_2$  抵抗  $r_1, r_2$  が並直列に結合し, 逆向き通電のときは  $C'_1, C_2, r'_1, r_2$  となり, 生体電位  $E_r$  は  $r_1$  の枝に存在すると考えると,  $r_1+r_2, 1/C_1+1/C_2, r_1C_1+r_2C_2, r_1C_1 \cdot r_2C_2, r'_1+r'_2, 1/C'_1+1/C'_2, r'_1C'_1+r'_2C'_2, r'_1C'_1 \cdot r'_2C'_2$  に関する式は測定値によって求められ, それらによりえられる値  $A, A', B, B'$  を用い  $r_2C_2 = x$  に関する式

$$2EA \cdot X^3 + \{E^2(A'^2 - A^2) - 2(EAr_0C_0 + B)\} x^2$$

$$+ 2\{E(AB - A'B') + Br_0C_0\} x + B'^2 - B' = 0$$

がえられ, これを解き  $r_1, C_1, r'_1, C'_1, r_2, C_2, E_r$  を

求めることができる。

(ただし  $r_0$ ,  $C_0$  は測定器の入力抵抗容量である。)

## 23. 体 液 (296—312)

**296. 健常者の凝血症.** 松田 保 (東京都老人研, 臨床第二生理)

Factors VIII, VII-X, X, V and I (fibrinogen) were determined in 482 healthy subjects from age 20 to 94. In the subjects under age of 60, factors VII-X, V and I (fibrinogen) were progressively increased with age. In the healthy older subjects over age 60, factor VIII level was higher and factor V level was lower than the healthy younger subjects. In the older group over age 60, factors VII-X, X and I (fibrinogen) showed progressive decline with age. In these subjects, factor VIII was significantly correlated with serum triglyceride ( $n = 119$ ,  $r = +0.26$ ,  $p < 0.05$ ); factors VII-X ( $n = 384$ ,  $r = +0.44$ ,  $p < 0.001$ ) and X ( $n = 310$ ,  $r = +0.39$ ,  $p < 0.001$ ) were significantly correlated with serum cholesterol.

From these results, increased serum lipid level seems to cause hypercoagulability. Factor VII-X level was higher in the 82 patients with atherosclerotic diseases than in normal subjects over age 60. These data suggests that hypercoagulability may act as disadvantage in the aged. The facts that coagulability of blood showed a decline with age in the healthy older subjects may be resulted from the elimination of the subjects with hypercoagulability from the healthy older age group.

**297. 正常赤血球の比重分布曲線に関する研究.** 須藤勝見, 小河弘之, 岡田 忠, 木村英一 (大阪市大, 医, 第二生理)

比重の異なる2種類のアラビアゴム溶液を用意し, 濃度勾配作製器を用いて1本の遠沈管内に比重勾配を作製する。これに少量の血液をのせて8,000~10,000 rpm, 5分間遠沈する。これをデンストメーターにかけるとヘモグロビン濃度を自動的に記録し, 赤血球比重分布曲線をうることができる。

正常人の赤血球比重は1.080~1.090の間に分布しているものが多く, ピークは1.087附近にあって正規分布に近いやや重い方に片寄った分布を示し, 個人差はあまり大きくないと考えられる。人の臍帯血の赤血球比重分布はピークが1.084附近にあり, 全体に軽い方に寄っている。しかし, 生後3~4日の新生児血においては成人の赤血球比重分布との間はほとんど差がなかった。

カイウサギの赤血球比重はヒトの場合よりも分布範囲が広く, 1.105を越えているものもあるが, ピークの位置は人とほとんどかわらない。これにフェニールヒドラジンを投与すると赤血球比重分布は変化し, 古い赤血球は重くなり, 新生された赤血球は軽いことがわかる。

赤血球比重はその構成成分比によって決定されるが, 赤血球膜の透過性と陽イオンの能動輸送, 赤血球断片化, ATP レベルの維持等が重要な役割を演じているものと考えられる。

**298. 瀉血量の赤血球造血 response におよぼす影響.** 寺沢 崇, 葛西四朗 (東北歯大, 生理)

赤血球の形成過程には stem cell から proerythroblast への分化過程と proerythroblast から赤血球への成熟過程の二つがある。いわゆる, erythropoietin はこの両過程に作用すると考えられているが, 一方では分化過程に別な inducer を想定する向きもある。演者らは, 瀉血カイウサギを用い hypoxia の程度に応じて前記分化過程と成熟過程がどのように反応するかを検索した。その結果, 10, 5 ml/kg の瀉血では4~6日目に網状赤血球の著明な増加を認めた。これは明らかに分化過程の亢進に基づくものであると判断した。しかるに 3 ml/kg の瀉血では2日目に peak を示し6日目にはほぼ正常値に復帰した。すなわちこの場合には成熟の亢進のみにとどまり分化過程は影響を受けなかったことが推察される。これらのことは erythroblast が stem cell に比べて erythropoietin に対する感受性が高いことを示唆するものと考えられる。尚, 3 ml/kg の瀉血は全血液

量の約3.6%に相当するが、この程度の hypoxia で erythropoietin の生産がおこることを意味する。すなわち erythropoietin によっておこる造血反応は低酸素に対してきわめて鋭敏である。これが Beynon 等のいわゆる頸動脈体によって引きおこされるものかどうかについてはなお今後の検索に待つ。

**299. ニホンジカヘモグロビンのアミノ酸配列.** 前田信治, 榎 泰義 (奈良医大, 第二生理)

The amino acid sequence of sika hemoglobin was determined mainly on the basis of the homology with that of sheep hemoglobin. The results showed that there are at least two  $\alpha$  chains, which are electrophoretically and chromatographically indistinguishable, and one  $\beta$  chain. The  $\alpha$  and  $\beta$  chains of sika hemoglobin differed from those of human hemoglobin by a maximal number of 22 residues and by a minimal number of 24 residues, respectively. Furthermore, it seems that the most of the amino acid substitutions are in the surface of molecule and the substitutions in the inside of molecule are very few.

As assumed by the Arnone's model for the binding site of 2,3-diphosphoglycerate (DPG), it is likely that the following reasons make the binding of DPG to hemoglobin fairly difficult.

1.  $\alpha$ -Amino group of  $\beta$  chain is far from the position of DPG, because of the shortness at the N-terminus by one amino acid residue.

2. Histidine residue at position  $\beta$  NA 2 is replaced by methionine residue.

3. Therefore, four of 7 positively charged sites located in the hemoglobin molecule are actually missing.

**300. 反すう動物ヘモグロビン(Hb)のDPG効果について.** 榎 泰義, 落合威彦, 前田信治, 富田 晋 (奈良医大, 第二生理)

反すう動物の赤血球中 2,3-diphosphoglycerate (DPG) 含量は著じるしく低にかかわらず、その血液  $O_2$  親和性は他の哺乳動物に比して同程度ないしむしろ低い。この間の事情を解明すべく、今

回ニホンジカ, ウシ, ヒツジ (A および B) の Hb と, ヒト, イヌの Hb を  $O_2$  親和性に対する DPG 効果ならびに DPG 結合平衡に関して比較した。

まず DPG 効果については、イヌ, ヒトでは全く同程度の著明な効果がみられるのに対し、反すう動物の場合では共通して著じるしい低下がみられた。なおヒツジにあっては A, B 間に軽度ながら明らかな差を認めた。

DPG 結合平衡についてみると、上記の結果から予想されるとおり、まずヒト, イヌでは deoxy 型で同程度の強い特異的結合がみられるのに対し ( $K_{ass} = 4.5 \sim 5.6 \times 10^4 M^{-1}$ ), oxy 型では共に弱い非特異的結合がみられるにすぎない。他方反すう動物 Hb の場合には、deoxy 型でもごく弱い非特異的結合がみられるにすぎず ( $K_{ass} \approx 10^3 M^{-1}$ ), oxy 型ではほとんど結合を認めなかった。反すう動物 Hb で DPG に対する親和性の低いのは、これらがいずれも  $\beta 2$  His を欠き、かつ  $\beta 1$  Val が Met で置換されていることに主としてよると考えられる。

**301. 特殊電気泳動法で細分画された血清アルブミンについて.** 川口孝義, 松下 宏 (和歌山医大, 第二生理)

血清のポリアクリル電気泳動においてゲル中に 4.4 M 尿素を添加するとアルブミン分画が 6 本ないし 7 本のバンドに分離される。

各々のバンドは摂食あるいは採血部位のちがいが、あるいは糖尿病等各種疾患で異なった現われ方をする。以上の点からこの方法は血清アルブミンの生理的役割を明らかにするために興味があり、かつまた臨床的应用も期待できるが今回は各バンドの本態について考察した。

まず、精製アルブミンの泳動パターンについて、セファデックスゲル透過法、硫酸塩析、アルコール沈澱法によるものを比較したところ、硫酸塩析法が最も native の形と思われるパターンを示し、アルコール沈澱法によるものは成分の研究に不適當であった。

次に脱脂をする際にも方法によって異なった泳動像がえられたが、完全に脱脂したアルブミンを蒸留水あるいはトリス液にとかした場合一番おそく泳動されるバンド (バンド 7) が主に現われた。同じ脱脂アルブミンを NaCl, KCl,  $NH_4Cl$  に

にとかすとそれよりわずかに早く泳動された。また  $\text{PO}_4$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{Na-citrate}$  等もより早い泳動速度を示した。2価イオンでは銅イオンが以上とことなつた泳動像を与えた。

その他の有機物質、脂肪酸、ビリルビン、サイロキシン、レシチン、リゾレシチン等はさらに早い泳動像を与えた。

これらの実験成績にもとづき血清アルブミンが尿素を含むポリアクリルゲル電気泳動でいくつかに細分画される機構についての考察をおこなつた。

**302. 肝胆系における線溶酵素に関する研究 (5報) Bilokinase の酵素学的特性. 大柴 進, 有賀豊彦, 沢井洋子 (日大, 医, 第二生理)**

著者らは胆汁中のプラスミノゲン・アクチベーター bilokinase (以下 BK と略す) の精製法を確立し、精製 BK 標本について若干の酵素学的性質を報告したが、今回はさらに BK の特性分析の研究を進め、2, 3の物理化学的性質を明らかにすると共に、一部において、ヒトおよびウシ UK と比較して免疫学的性質の異同について検討したので報告する。

1. この BK 標本の Disc 電気泳動は塩基性蛋白分離用ゲルで単一 band を与えた。

2. AGLMe を基質にして BK とヒト UK の Lineweaver-burk のプロットを行なつた。Km は  $\text{BK } 4 \times 10^{-3}$ ,  $\text{UK } 2 \times 10^{-3}$  であった。AMCHA は両者に対し拮抗阻害を示し、Ki は両者間に大差はなかつた。

3. 抗 BK ウサギ血清は BK に対し免疫電気泳動で単一アークを与えた。Orchertlony 法では、UK に対しては沈降反応を示さなかつた。

4. BK の sedimentation velocity pattern は single peak であり、 $S_{20,w}$  は 1.92 であった。

5. BK のアミノ酸組成は Lys, Asp, Leu が何れも 10% 以上のモル% を示めた。Tyr 含有量は 1.8モル% と低値であった。ヒト UK (White et al.) との比較では Ala, Val が UK と対照的に多いことが特徴的であった。

**303. イヌ分離後液灌流標本における、プラスミノゲン・アクチベーター放出機作の解析. 伊崎誠一, 北口博教, 石井正美 (神戸大, 医, 第一**

生理)

血管壁 plasminogen activator が循環血中に放出される機作を、イヌ分離後肢を人工心肺装置を使用して、Hanks' balanced salt solution で灌流する実験系を用いて、検討した。

血管収縮薬である noradrenaline (50  $\mu\text{g}$ ) をこの灌流系に投与すると、流出する灌流液の流量が減少し、その灌流液中に線溶活性が観察される。しかし、あらかじめ灌流液中に筋弛緩剤である papaverine (5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) を混入しておくか、または  $\text{Ca}^{++}$  free (かつ EDTA [1 mM/L] を混入) の灌流液を用いると、noradrenaline 投与による流量の減少および線溶活性出現は阻止された。次に高  $\text{K}^+$  イオン濃度 (40または 100 mEq/L) の灌流液で灌流すると、薬剤の投与なしに、流量の減少と同時に線溶活性が出現した。しかし、高  $\text{K}^+$  かつ  $\text{Ca}^{++}$  free (EDTA 0.6 mM/L) の灌流液で灌流すると、この場合は流量の減少と線溶活性の出現は認められず、この液に  $\text{CaCl}_2$  を混入してはじめて流量の減少と同時に線溶活性が出現した。

以上の実験結果から、血管平滑筋が収縮することによって plasminogen activator が循環血中に放出される機構があること、この機構は血管平滑筋の脱分極過程のみではおこらず、収縮過程と共におきることを、血管収縮薬による plasminogen activator 放出はこの機構で説明できることを、結論としてあげた。

また、血管拡張薬による線溶活性出現は uncoupler である 2, 4-dinitrophenol (1 mM/L) をあらかじめ混入した灌流液で灌流する事によって、可逆的に抑制されるという知見をえた。

**304. 各種動物 fibrin 基質による動物線溶活性の吟味. 堀江 勇, 菱川要子, 新田初雄, 山田学\* (愛知医大, 第一生理・麻布獣医大, 家畜生理\*)**

ウシ, ブタ, イヌ, ネコ, ウサギ, ニワトリの新鮮血漿を採り、血中線溶能の種属特異性をすでに fibrin 平板法の基質の面から検討し次の結果をえた。

用いた fibrin 平板はウシ, ブタ, ウサギの fibrin 標準平板と lysine-sepharose 処理でえられた plasminogen free のウシ, ブタ, ウサギ fibrin 平板である。

1. プタ plasmin 濃度と6種平板の溶解面積とは semi-log グラフで直線関係を示し、全ての平板が線溶測定に供しうることを確認した。

2. 各動物血漿の Eug. 処理時の至適 pH は動物により pH 4.7~6.2 の範囲で異なり、さらに抑制物質共存による影響が多く見られた。

3. SK により活性を示す動物はその強弱の順にネコ、イヌ、ウサギであり、UK により活性を示す動物はイヌ、ウシ、ネコ、ウサギ、プタの順であった。

4. 3~17例の各動物別線溶測定では E. L. T. はイヌ、ウサギ、ネコで溶解したが他は1週間以上溶解せず、平板法ではネコ、イヌ、ウサギ、ウシ、プタの順に活性の強弱を示した。動物によっては Anti-SK、Anti-UK の存在を示すものもあった。

5. 各動物の Eug.+SK、Eug.+UK を6種の平板に交叉させた活性試験では種属特異性を示す傾向もどうかえがたが著明でなかった。

以上の結果から、各種動物の血中線溶能の特異性は基質よりは、むしろ活性化の差異と抑制物質の有無によるものと考えられる。

**305. ヒト血中の proactivator, plasminogen の分離精製.** 菱川要子, 堀江 勇, 新田初雄, 山田 学\* (愛知医大, 第一生理・麻布獣医大, 家畜生理)

現在、線溶系において proactivator の有無が第1の課題である。われわれは plasminogen free fibrin plate の使用による一連の研究で proactivator の存在を示唆する成績をえているので今回 Proact. および Plg. の fractionation を行なった。Hu. Serum を lysine-sepharose にとおし 0.005 M phosphate buffer (pH 7.5) で洗浄後、0.2 M NaCl 加 buffer で elute した fraction (Fract I), 1.0 M NaCl 加 buffer で elute した fraction (Fract II), 0.2 M lysine 加 buffer fraction (Fract III) の各々を starch block electrophoresis を行ない、Fract I では tube No. 18-20 を Proact. fraction とし、Fract II では tube No. 18-20 を NaCl-Plg fraction, Fract III では tube No. 9-11 を Lysine-Plg. fraction とし、各々 fraction の性質を cellulogel, disc, immunological assay, fibrinolytic activity などで調査した。Proact.

fraction は fibrin plate 法では +SK で SP にのみ活性を示し、Plg. の全く混在しない Proact. が分離できた。しかしこの物質は生体内で非常に微量で活性を持つと考えられ、今回の分析では電気泳動的には分画を明白にすることはできなかった。また抗 Plg. 血清とは全く沈降線を示さなかった。NaCl-Plg. は電気泳動的に  $\beta$ -region に single band として検出され抗 Plg. 血清とも強い沈降線を示し fibrin plate で +SK, +UK で SP, BtP で Lysis を示し従来の Plg. preparation とデーターは非常に類似した。Lysine-Plg. については非常に興味深いことには  $\gamma$ -region に検出され、抗 Plg. 血清とは非常に反応しにくく、ouchterlony でわずかに反応するのみであった。以上の結果から proactivator が分離され Plg. と明らかに異なることおよび  $\gamma$ -region に泳動される従来の Plg. と異なった Plg. の存在を示唆するデーターをえた。

**306. 母乳の線溶活性化因子の性質.** 岡本歌子, 堀江 登, 永松陽子, 山本順一郎 (神戸学院大, 栄養, 生理)

ヒトの初乳から精製 Plg-Act (M-Act) をえて、その性質を検討した。

1. ヒト初乳を、クロロフォルム処理、硫酸塩析、等電沈澱してえた活性分画を、Sephadex, DEAE Sephadex, CM Sephadex 等でクロマトグラフィーを行ない、脱脂乳の約1,000倍の特異活性をもつ標品をえた。

2. この標品がヒト Plg を活性化する Plg-Act であり、plasmin ではないことが Plg 除去フィブリン平板で確かめられた。

3. Lys エステル水解に対する感受性は、AGLMe > ALMe > TLMe > LMe の順であった。

4. AGLMe 水解の Km は、M-Act で  $5 \times 10^{-4}$  M, plasmin で  $9 \times 10^{-4}$  M, UK では  $11 \times 10^{-4}$  M であった。

5. SBTI, trasylol による阻害から、M-Act は UK と異り、plasmin, trypsin と似た作用様式をもつことが示唆された。しかし TLCK では阻害されず、この点では、M-Act は plasmin, trypsin とは異なる作用様式をもつ酵素であることが示唆された。

6. DFP による阻害から、M-Act は Ser 酵素

であることが示唆された。

7. M-Act, M-Proact, SK 活性化 M-Act および SK の分子量は、それぞれ 83,000, 95,000, 130,000, 65,000 であり、SK 活性化 M-Act は SK と M-Proact との 1:1 の complex であるとは思われなかった。この成績は血液の Proact B と SK との成績とまったく一致した。

307. 混合静脈血の  $\text{CO}_2$  緩衝能力と心拍出量の影響。高野成子, 中野えみ子 (金沢大, 医, 第一生理)

The buffering capacity ( $\Delta[\text{HCO}_3^-]_P/\Delta\text{pH}$ , unit: slyke) of the blood for  $\text{CO}_2$  in vivo was studied under different cardiac outputs. The  $\text{CO}_2$  titration experiments in vivo were carried out by allowing the anesthetized dogs to breathe air and 10~12%  $\text{CO}_2$  in 21%  $\text{O}_2$  for 60~90 min under three conditions: (1) with controlled ventilation, (2) spontaneously and (3) with muscular exercise during the  $\text{CO}_2$  breathing, and the mixed venous blood was sampled during the titration. With 10% decrease in cardiac output during controlled ventilation the  $\Delta[\text{HCO}_3^-]_P/\Delta\text{pH}$  was 8 slyke, with cardiac output raised by 60% during spontaneous breathing of  $\text{CO}_2$ , 11 slyke and during exercise plus spontaneous breathing of  $\text{CO}_2$  with cardiac output increased by 130%, 16 slyke. The changes in the  $\Delta[\text{HCO}_3^-]_P/\Delta\text{pH}$  with increases in cardiac output are discussed in relation to alteration of oxygen saturation of the mixed venous blood, development of metabolic acidosis, body temperature change, contribution of tissue buffering for  $\text{CO}_2$  and fluid shifts between body fluid compartments during the titration. Of them, the last two factors were suggested as being more potent.

308. 低酸素分圧における血液酸素運搬能。岡田芳明, 中馬一郎\* (阪大, 医, 特殊救急・阪大, 医, 第一生理\*)

最小2乗法により、臨床例の  $\text{PaO}_2(x)$  と  $\text{P}\bar{\text{r}}\text{O}_2(y)$  との間には、 $y = -0.000305x^2 + 0.212x + 21.7$  なる関係式が成立することを見出し、この関係に

基づいて、種々の酸素親和性を有する全血の酸素平衡曲線より、 $s(a-\bar{v})\text{O}_2$  を算出したところ、 $\text{PaO}_2$  が 60 mmHg 以上では、 $\text{P}_{50}$  の低下に伴って  $s(a-\bar{v})\text{O}_2$  は直線的に減少するが、 $\text{PaO}_2$  が 50 mmHg 以下では、 $\text{P}_{50}$  の低下に伴い  $s(a-\bar{v})\text{O}_2$  が拡大する場合が認められる。

温度低下に伴う  $\text{P}_{50}$  の低下、Bigelow らによって示された酸素消費量の低下を検討すると、 $\text{PaO}_2$  が 60 mmHg 以上では、温度低下に伴い、酸素消費量が低下する以上に、 $s(a-\bar{v})\text{O}_2$  が減少するに反し、 $\text{PaO}_2$  が 50 mmHg 以下では、酸素消費量よりも僅かしか、 $s(a-\bar{v})\text{O}_2$  は変化しない。したがって、高度のハイポキシアにおいては、体温を下げ血液の酸素親和性を増すことが心の負担を軽減する有効な治療手段と考えられる。

309. イモリ赤血球の膜電位ならびに膜抵抗について— $\text{PO}_2$  および温度の効果に対する阻害剤の影響。雪吹周秀, 川口貴美子, 福島真知世 (日本医大, 第一生理)

通常の微小電極法によってイモリ赤血球の膜電位を測定し、それが  $\text{Cl}^-$  の内外濃度比によることを見てきた。昨年、低温下において膜電位が増大することを報告したがこの現象を膜透過性の面から追究する為に膜抵抗を測定した。室温において Air,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  環境下での膜抵抗はそれぞれ約 10, 4, 3 M $\Omega$ 、低温にするとそれぞれ約 15, 13, 12 M $\Omega$  といずれの場合も増大した (膜電位は前回とおりの傾向)。この結果からは低温時の膜電位増大を透過性変化の面から説明することはできないこととなる。

低温下では Hb の酸素親和性が高まることから、 $\text{Cl}^-$ -shift の理論で膜電位の増大を一応説明できる。そこで Hb の酸素親和性を抑制する目的で、2,3 DPG ( $5 \times 10^{-4} \text{M}$ ) を外液に適用したが 2 時間以内では何の影響も見られなかった。これは外液中のリソ酸塩は膜を通過できないというヒト血球と同じく、イモリ赤血球膜も通過しなかったと考えられるので、細胞内濃度を増加させる手技の併用が必要であろう。

また、代謝阻害剤を用いて細胞のエネルギー代謝と膜電位との関係を見た。2,4 DNP ( $10^{-3} \text{M}$ ) およびウバイン ( $10^{-3} \text{M}$ ) は外液添加後 2 時間以内では膜電位の増減は見られなかった。このこと

からすると、イモリ赤血球膜電位は能動輸送が直接関与するとは考え難い。

**310. 液体イオン交換膜微小電極によるKおよびClイオン活量の測定.** 藤本 守, 窪田隆裕, 菱田 明\*, 直塚皓昌\*\* (大阪医大, 第二生理・東大, 医, 第一内科\*・名大, 医, 第一生理\*\*)

直径約1 $\mu$ の微小ガラス電極の先に液体イオン交換剤を充たし, KおよびCl電極を作製した。その物理化学特性をみると, 感度は50~58 mV, 99%応答に1秒程度, 同一試料の再現性は2%以下の誤差, 安定性は24時間以上であった。他のイオンの選択比は, K電極ではNaに対して95, NH<sub>4</sub>, CaとMgでは350以上であり, Cl電極ではHCO<sub>3</sub>に対して9, PO<sub>4</sub>には通常数100以上であった。pHは5~8の間でほとんど影響なく, 温度は理論どおりの効果をみた。これらを考慮すれば, 血清などの生物試料が充分の精度で測定できる。さらにそれを2連電極とし, その一側をイオン電極, 他側を比較電極にし, 細胞内または微小組織空隙に刺入できるようにした。まず食用ガエルの腎近位尿管に穿刺し, K活量と電位の関係を見ると, 実測管腔内電位は, 常に同部のK電位より数mV深い。このことは陽イオンの能動輸送の存在を示唆する。自然流では, 細胞内K活量は55 mEq/L, 電位-60 mVであるが, 管腔内Kを対照時の8~10倍程度高めると, K 36 mEq/L, 電位-39 mVのように脱分極した。これは恐らくKのみならずNaCl透過性の影響によって生じたものと思われる。

**311. 減塩, 増塩飼育ラットの腎皮質内旁糸球体顆粒分布.** 小寺邦彦 (大阪医大, 第二生理)

腎皮質内の糸球体の位置によるネフロン機能の差と, レニン分布の不均衡性との関連はまだよくわかっていない。そこで, 30日間減塩, 増塩飼育したラットで, 旁糸球体顆粒をBowie染色の変法で染色して, その皮質内分布をしらべた。そのさい皮質の一定の断面を基準として, その断面に出現した全糸球体について, 連続切片を用いて立体的に検索した。顆粒量の判定はHartroftの方法にしたがった。

その結果, 減塩による顆粒増加は皮質各部で見られたが, 特に中層での増加が著明で, 外層のレ

ベルに達した。増塩の場合は, 中層および内層で変化なく, 外層で減少した。この顆粒分布の変動は, 顆粒をもたないネフロンの増減によるものでなく, 顆粒の多いネフロンが中層あるいは外層で増減したことによる。このようなネフロンでは, 糸球体輸入細動脈壁の平滑筋細胞に顆粒が充満し, 腫脹している。さらに電顕所見によれば, 細胞内にmyofibrilが認められないといわれる。それゆえ, 顆粒の多いネフロンでは輸入細動脈の自己調節能が減弱ないしは消失していると考えられる。したがって, そのようなネフロンの分布が, 種々の生理的条件によって変動することにより, 皮質各部位のネフロンの機能にみあった血流再分布がおこなわれている可能性がある。

**312. 一過性腎動脈閉鎖後の腎機能の経時的変化.** 本田西男, 二瓶 宏 (東大, 医, 第一内科)

The effects of two hours of renal artery occlusion were studied in previously uninephrectomized rabbits. Oliguric renal failure by arterial clamping was produced. Renal blood flow was maintained during observation periods, except for an early decrease in outer cortical blood flow without change elsewhere. During the oliguric stage medullary tissue fluid osmolality was markedly diminished, concomitantly with reduced (U/P) osm. Cin, E<sub>PAH</sub> and sodium reabsorption were decreased, accompanied by tubular necrosis and intratubular casts. During the early diuretic stage Cin, medullary osmolality and (U/P) osm were still reduced. Intratubular casts disappeared while regenerated tubular cells were focally observed. Two weeks after the occlusion, improved Cin, E<sub>PAH</sub>, sodium reabsorption, medullary osmolality and (U/P) osm, and regenerated tubular epithelium were found. In seven weeks Cin and E<sub>PAH</sub> had returned to the preclamping values whereas medullary osmolality remained decreased with the appearance of medullary fibrosis. (U/P) osm was not completely restored. The findings indicate that even during the oliguric stage following two hours of renal artery occlusion renal blood flow is fairly well maintained,

except for a decrease in outer cortical flow, and urinary concentrating ability is restored more

slowly than other measured functions.

## 24. 消化吸収 (313—320)

**313. 血液の小腸絨毛運動におよぼす影響について.** 難波良司 (岡山大, 養護教諭養成所, 生理) 著者は数年前より小腸絨毛運動について, 種々の角度から観察記録してきたが, 今回は絨毛運動と血液との関係について実験を行なったので報告する。

実験にはイヌをもちい, いずれもネンブタールで麻酔した。また絨毛運動の記録は著者の考案した方法をもちい, 血液中の酸素濃度はオキシメーターを, また腸間膜動脈中を流れる血液量は電磁流量計を使用して測定した。

実験結果を要約すればつぎのようになる。

1. 動物の総血液量を体重の 1/13 を定めたのち, 一定の時間々隔で 1 回 100 ml の瀉血を 2, 3 回行なう。瀉血量が全体の約 20% に達すると絨毛運動に抑制効果が認められる。また約 30% の瀉血量になると絨毛運動は著明に抑制されると共に, 腸粘膜面より粘液の湧出が認められる。

2. 腸間膜動静脈の血流を遮断すると, 絨毛運動は抑制され粘液の湧出が認められる。

3. 腸間膜動脈から血液のかわりに Tyrode 液を注入しても絨毛運動は抑制されてしまう。

4. 動物の気道を閉塞すると, 約 30 秒後から血液中の酸素濃度が下り始め, 酸素濃度が 75% 前後になると絨毛運動は抑制されてくる。この抑制効果は気道閉塞解除後も長く続く。

5. 上述の各結果から絨毛運動は血液中の酸素濃度と密接なる関係にあるものと考えられる。

**314. 小腸刷子縁における二糖類膜消化と二糖類誘発電位.** 五十嵐 裕, 斎藤慎隆, 星 猛 (東北大, 医, 第一生理)

二糖類は小腸内で刷子縁膜消化 (接触消化) により構成単糖に分解され, 生じた glucose 等は起電性の  $\text{Na}^+$  依存性能動輸送機構により輸送される。したがって二糖類を粘膜側に加えても小腸壁内外電位差の増大 (管内負電位の増大) が発生する (二糖類誘発電位)。本研究ではガマ小腸の反転囊標本を用いて, 二糖類誘発電位の性質, 特に管

腔内二糖類および glucose 濃度, 水解酵素系の速度論的パラメーター ( $V_{\max}$ ,  $K_m$ ) との関係等を調べ, その定量的表現を試み, さらに膜消化系と輸送系との機能的関連について考察した。

二糖類誘発電位は phlorizin-sensitive であり管腔内 glucose と競合する。Tris は二糖類誘発電位のみを抑制し, glucose 誘発電位には影響しない。これらのことは二糖類誘発電位が, 水解により生じた glucose によるものであることを示すが, 管腔内 glucose 濃度と glucose 誘発電位の関係によって説明しえない。また二糖類誘発電位の大きさは二糖類の管腔内濃度に対し Michaelis-Menten 様の関係から僅かに外れる特有の関係を示す。以上の諸性質ならびに濃度との関係は, 刷子縁膜に水解より生じた glucose の局所プールを仮定し, 水解系と単糖輸送系とが特殊な空間的配位があることを仮定すると, すべて充分, かつ定量的に説明しうる。

**315. 腸管の運動と吸収について (第 2 報).** 徳満 豊 (鹿児島, 純心女子短大, 生理)

腸管運動と吸収の相関を研究するために, Trendelenburg の腸管運動記録装置を改良して, 血液の灌流装置を組み込んでみた。前報で著者の装置を発表したが, 今回はさらに 2, 3 の点について改良した。この装置を使用して今後の研究の前段階的な実験を試みて次の結果をえた。

Ringer 液だけで血管灌流すると, 腸管運動は, 組織浮遊液に酸素を充分供給しても, 不規則な, 不自然な運動が観察され, 弛緩期がのびる傾向が伺える。この場合, 血管内を血液灌流するか, 血液が残存しているとスムーズな運動がみられた。腸管内の灌流速度は約 2 ml/min の時が最も良い。余り流速が大きい場合には腸管は膨大し, 強い収縮がみられてスムーズな運動はみられない。また, 灌流圧が大きい時には, 粘液の分泌が著しくなり, 灌流はうまくゆかなくなる。また, 腸管内にはできるだけ空気が混入することをさげなければならない。

アドレナリン, アセチルコリン, ATP-Na を注入したが, 血管中や直接漿膜側より投与するとその効果を見ることができ, 腸管内に直接注入するとほとんど作用がみられない. この実験中に腸内出血がおこると, 収縮曲線のレベルは急激に低下することも観察された.

ブドウ糖の吸収を測定したが, 著者の実験で明らかに, 腸管より血管へ吸収移動したことがみられた.

### 316. 小腸の吸収に対するカリウムの抑制効果. 樋口公男 (中村学園大, 食物栄養)

吸収の機構における低濃度のカリウム (0~8 mM) の効果を transmembrane potential difference (t. p. d.) を測定して研究した. 食用ガエル小腸の t. p. d. は外液の能動輸送される糖やアミノ酸に依存しているが K-free 液中では t. p. d. は急速に減少する. 外液の低濃度のカリウムの存在が t. p. d. のレベルの維持に本質的に関係している.

### 317. Acetylcholine の酵素分泌作用におよぼす外液 Ca 除去の影響. 斎藤俊之, 石井和彦 (鳥取大, 農, 家畜薬理)

前回, ウサギ摘出腺の灌流標本を用いて, 静止時にみられる腺液分泌 (腺液量, 蛋白量) が外液 Ca 除去によって抑制されることを報告した. 今回は Krebs-Henseleit 液 (正常液) および同 Ca-free 液 (Ca-free 液) 灌流下で ACh の単一 ( $10^{-8}$  M) および持続 ( $5 \times 10^{-9}$  M) 投与を行ない, 腺液量, 蛋白量, Ca 量, Mg 量, Na 量, K 量の変動について経時的に観察した.

1. ACh の酵素分泌効果は, Ca-free 灌流下では ACh 投与前の灌流時間によって異なった. この効果を正常液の場合と比較すると, Ca-free 液で置換した初期 (約20分以内) では増強され, その後は漸時抑制された. 再び正常液にもどすとその効果は回復した.

2. 腺液中の Ca 量, Mg 量はいずれも酵素分泌の増量に伴って増加したが, Na 量, K 量の変動はみられなかった.

3. 以上の結果から ACh の酵素分泌効果の発現には外液 Ca の存在が必須であると思われる. なお組織内に存在する微量 Ca の動態によって ACh の酵素分泌効果は大きな影響を受けるもの

と推察される.

### 318. 胆汁の十二指腸腔への排出の機構. 福原武, 内藤富夫, 亀山博子 (川崎医大, 生理)

1. In guinea pigs, rabbits and dogs the histological examinations revealed that the intramural bile duct was surrounded with muscles which were derived from the external muscle layers of the duodenum, and that Auerbach's plexus of the duodenum was continued to that of the intramural bile duct without any interruption.

2. The contraction waves which were rhythmically originated in the most proximal part of the duodenum, propagated to the intramural bile duct to give rise to contractions of it; as a result the bile contained in it was expelled into the duodenal cavity.

3. From the results described above it may be concluded that the gastric content expelled into the duodenum stimulates the mucosal intrinsic reflex into action to cause an increase of duodenal contraction waves which in turn trigger contractions of the intramural bile duct, thus accelerating the expelling of the bile. The gall bladder may take a role of the reservoir when the bile secretion is increased to an undue extent, producing an elastic recoil which promotes the filling of the bile into the intramural bile duct.

### 319. 咀嚼筋の連続刺激による収縮特性. 野田憲一, 副田博之, 橋本清美 (福岡大, 生理)

咀嚼運動解明の一端として, 摘出した食用ガエルの咀嚼筋を用い, 電氣的反復刺激等による等張性機械運動の特性を四肢筋と比較追究し次の結果をえた.

1. 開口筋である頤舌骨筋 (以下 Genio) は閉口筋である側頭筋 (以下 Temp), 翼突筋 (以下 Ptery) に比して, 負荷重増大と共に筋は伸び易く, また, 収縮高の減少の割合は大きい.

2. 筋の強縮を起す最小融合刺激頻度は Genio より Temp, Ptery における方が小さく, また, いずれの筋も 2~5 Hz で階段現象に続いて収縮

高の減少をみる。

3. 刺激頻度増大に伴う筋の短縮率は Genio で最も大きく、Temp, Ptery は同程度の値を示す。

4. 低頻度刺激による ergogram において、筋の運動停止に至る時間は Temp, Ptery より Genio は長い傾向を示し、その後 1/10 Hz 刺激による収縮高は Genio においては漸減するが、他の筋はほぼ一定の収縮高を維持する。

5. 57 mM K を含む Ringer による筋拘縮で、Genio は持続性の拘縮状態を保つが、Temp, Ptery は 5 分以内に回復する一過性の拘縮を示す。

6. 電気的、化学的刺激による咀嚼筋運動において、Temp, Ptery は fast-fiber を多く含む縫工筋にその特性を同じくし、Genio は slow-fiber を多く含む腸骨腭骨筋に多くの点で趣を等しくしている。

### 320. 下顎側方偏位の反射的調節。船越正也，二宮裕三（岐阜歯大，口腔生理）

下顎側方運動の制御機構を明らかにする目的

## 25. 呼

321. 単一赤血球における  $O_2$  化および脱  $O_2$  化速度について。田沢 皓，小野 東，望月政司\*（山形大，医，第一生理・北大，応電研，生理\*）

赤血球と酸素あるいは一酸化炭素との反応速度を、従来から Flow 法によって測定してきたが、その方法によって得た反応速度係数 Fc、および理論的な展開を他の異なった方法で裏づけを行なう目的も含めて、顕微比色装置の開発を行ない、実際に、一酸化炭素および酸素との反応速度を求めて、Flow 法によるデータの裏づけ、および望月の理論の妥当性を評価できた。測定はシリコンの薄膜を被せた人血およびふ化鶏胚の絨毛尿膜毛細血管中に存在する赤血球について行なった。

酸素化・脱酸素化は、種々の分圧の酸素混合ガスを赤血球に反応させて、反応速度曲線を求めると同時に、平衡に達した時点での酸素飽和度から、単一赤血球の  $O_2Hb$  解離曲線を求め、その曲線から逆に各酸素飽和度毎の赤血球内の酸素分圧を出して、反応速度係数を算出した。

酸素化速度は、飽和度 0~70%位まで、ほぼ一

定、それ以上では低下する傾向を示し、脱酸素化は、50~100%の飽和度において、ほぼ一定の結果となった。測定された Fc 値から、赤血球が絨毛尿膜毛細血管を流れる際の接触時間を推定すると約 0.4秒の値となった。本法では、 $O_2Hb$  解離曲線を求めることが容易であることから、日令による酸素親和性の増加、および Bohr 効果による変化を詳細に求め、 $Pco_2$  を変えた時の酸素飽和度の変化する速度を測定し、新たな呼吸因子としてその生理的・臨床的価値を検索している。

で、クロラローゼ軽麻酔下のラットの下顎位と咀嚼筋筋電図の関係を調べた。  
下顎切歯に負荷をかけ、下顎を一側に偏位させると、主に、反対側頭筋後腹の筋電図活動が増加し、下顎は正中位へ復帰した。この制御反応は側方負荷の大きさと麻酔度が適当であれば常に観察できた。

この反応は、下顎切歯歯根部の麻酔によっては影響されなかった。

片側の下顎小頭を切除すると、下顎側方偏位に対する反対側側頭筋の反射活動は、除去前に比較して著しく減少した。さらに、両側下顎小頭除去後は、上記の活動が殆んど消失した。

次に、U字形の下顎小頭偏位装置により、下顎骨体より離断された両側下顎小頭を同時に一側に偏位させると、反対側側頭筋筋電図が増加し、偏位側側頭筋は抑制された。この反応は片側のみの偏位では認められなかった。

以上の実験結果より、下顎側方偏位に対する反射的調節には、主として、両側顎関節信号の協同的関与が必要であることがわかった。

## 吸 (321—329)

定、それ以上では低下する傾向を示し、脱酸素化は、50~100%の飽和度において、ほぼ一定の結果となった。測定された Fc 値から、赤血球が絨毛尿膜毛細血管を流れる際の接触時間を推定すると約 0.4秒の値となった。本法では、 $O_2Hb$  解離曲線を求めることが容易であることから、日令による酸素親和性の増加、および Bohr 効果による変化を詳細に求め、 $Pco_2$  を変えた時の酸素飽和度の変化する速度を測定し、新たな呼吸因子としてその生理的・臨床的価値を検索している。

322. Xe-133 洗い出し曲線のシミュレーション・モデルによる解析の試み。山田公二，杉田実\*（阪大，医，第一内科・兵庫大，医，第三内科\*）

目的： $^{133}Xe$  洗い出し曲線を測定し、肺のシミュレーションモデルの導入とコンピュータ処理により肺局所の fast compartment と slow compartment の換気機能の解析を試みた。

対象および方法：対象は健常例 2 名、肺疾患例

5名の計7名である。被験者をシンチカメラに固定し、5 mCi  $^{133}\text{Xe}$  を肘静脈より投与後閉鎖系内で反復呼吸せしめ、系内が平衡に達してから開放系に切換え  $^{133}\text{Xe}$  を肺から洗い出させた。この際洗い出し曲線については  $^{133}\text{Xe}$  胸壁とりこみの補正を行なった。肺局所として肺を左右、上中下の6部分に分け、その各々の fast および slow compartment が parallel に common dead space を介して相互に影響し合うシミュレーションモデルを想定し

$$\text{CP}_{\text{DS}(n)} = \frac{12}{\sum_{i=1}^{12} V_{\text{Ti}}} * \text{CP}_{1(n-1)} / V_i * V_{\text{DS}} / \sum_{i=1}^{12} V_{\text{Ti}}$$

$$\text{CP}_{1(n)} = \text{CP}_{1(n-1)} - V_{\text{Ti}} * \text{CP}_{1(n-1)} / V_i +$$

$$\text{CP}_{\text{DS}(n)} * V_{\text{Ti}} / \sum_{i=1}^{12} V_{\text{Ti}}$$

を得、これに被験者の機能的残気量、死腔量、1回換気量と  $^{133}\text{Xe}$  初期カウント ( $\text{CP}_{1(0)}$ ) を代入し、局所の換気量  $V_{\text{Ti}}$  を変数としてコンピュータを用い、肺の洗い出し曲線に一致せしめて算出した。

結果および考案：閉塞性疾患群では健常群に比して slow compartment の  $V_{\text{E}}/V$  は低下傾向をしめし、且 slow volume の割合の増加を認めた。尚各局所の computed  $V_{\text{Ti}}$  の合計と実側の1回換気量はほぼ等しくモデルの妥当性を確認した。

**323. 不均等換気時にみられる肺抵抗、弾性の周波数変化について。** 宮本嘉巳，才善宣雄，三上智久（北大，応電研，生体制御）

肺気腫を主体とする閉塞性肺疾患患者8名につき、食道内圧法により、肺抵抗、コンプライアンスを呼吸周波数、0.2~2 Hz の間で測定し、結果を Otis ら (1956) の2-コンパートメントモデルにもとづき解析した。コンプライアンスの周波数依存性はモデルによる時定数の不均等分布でよく説明できたが、抵抗の場合は8名中3名の低い周波数領域でモデルとの不適合がみられた。McFadden と Lyons (1968) のデータを用い、ゼンソクとの比較を試みたところ、ゼンソクでは抵抗、コンプライアンスの双方に強い周波数依存性が認められるが、肺気腫では抵抗の依存性が弱いことが判った。これは時定数の変化が前者では主として抵抗に、後者ではコンプライアンスに生ずるためであることが統計的処理で証明できた。

**324. 肺血流量の肺内圧依存性。** 小山富康，中島進，堀本和志，望月政司（北大，応電研，生理）

The relation between the pulmonary blood flow  $\dot{Q}$  and the intrathoracic pressure was studied at a constant rate of expiration by analyzing continuously  $\text{C}_2\text{H}_2$  concentration in expired air. The  $\text{C}_2\text{H}_2$  analysis was carried out by use of a glow-discharge gas analyser. The  $\dot{Q}$  value decreased rapidly as the intrathoracic pressure was increased, attaining a plateau in about 10 seconds. The  $\dot{Q}$  at the plateau showed a significant dependency on the intrathoracic pressure: The relation between these being expressed by an hyperbolic equation. In order to clarify the effects of the stroke volume and the heart rate on the change in  $\dot{Q}$  value both the heart rate and  $\dot{Q}$  were measured simultaneously during the Valsalva maneuver. The decrease in  $\dot{Q}$  value at the elevated intrathoracic pressure was revealed to occur mainly due to the decrease in stroke volume.

**325. 両側頸動脈体摘出患者における呼吸調節の研究。** 本田良行，宮村実晴，渡辺昌平\*，長谷川鎮雄\*（金沢大，医，第一生理・千葉大，医，肺癌研\*）

Six normal males, five normal females, seven patients bilaterally glomectomized over twenty years ago, and two acutely glomectomized patients were examined by the single vital capacity breath test. The results obtained were as follows: 1) The magnitude of ventilatory response observed in normal healthy subjects were one half to one fourth of those reported by Gabel et al., despite the degree of the chemical stimulation was almost the same with those investigators. 2) All chronically denervated subjects except one showed definite tendency to increase ventilation by the test. 3) Acutely denervated subjects showed no significant rise in ventilation until one month after bilateral glomectomy. However, one subject showed slight response at two months after bilateral glomectomy. 4) Doxapram, recently

found by Mitchell as a stimulant solely to the peripheral chemoreceptors, injected intravenously provoked powerful stimulation of ventilation in healthy subjects, whereas very meager ventilatory response was observed in acutely denervated subjects.

**326. 頸部迷走神経および上喉頭神経内枝電気刺激に対し順方向性に応答する呼吸性ニューロンの呼吸反射における役割.** 福原武彦, 酒井悠次\* (東大, 医, 第二薬理・埼玉医大, 薬理\*)

Vagotomized and curarized cats and rabbits were maintained by artificial ventilation while the end-tidal  $PO_2$ ,  $PCO_2$  and  $Pao_2$  were recorded continuously.

The orthodromically evoked unit spike response of neurons with short latency ranging from 1.0 to 11.6 msec to afferent electrical stimulation of the vagus and of the internal branch of the superior laryngeal nerve could be identified in 37 out of 267 bulbar respiratory neurons in rabbits and in 56 out of 170 in cats. These neurons (input neurons) were differentiated into 3 types in respect to the specific relation to each of the afferent pathways: neurons driven by vagal stimulation; ones activated by stimulation of the other nerve; and cells which received synaptic input mediated by both the nerves.

Lung inflation and mechanical stimulation of the laryngeal mucosa either enhanced the spontaneous burst activity of the respective input neurons at low or suppressed it at high intensity of both the adequate stimuli.

Mechanical hyper- or hypoventilation lowered or elevated both the critical frequency of input neurons and the uppermost frequency of nerve stimulation for eliciting the facilitatory effect of the reflex response of the bulbar respiratory neuron and phrenic motoneuron.

The frequency following of the input neuron appears to be of importance for the integrative process of respiratory reflexes in the central respiratory mechanisms.

**327. 頸髄側面の電気刺激が呼吸におよぼす影響.** 名津井悌次郎 (帝京大, 医, 第一生理・ルーア大 (ドイツ), 医, 生理)

クロロローゼ・ウレタン麻酔のネコを腹臥位に固定。動脈血圧, 1回換気量, 肺泡炭酸ガス張力を連続記録しながら右側の頸髄後根を切断後, 側表面に外径1mmの同軸電極で頻数刺激(1~2V, 1 msec, 40 sec<sup>-1</sup>)を約1分間与えて換気量におよぼす効果をみた。C<sub>1</sub>からC<sub>6</sub>まで, ほぼ平行に縦走する二つの線条部への刺激で1回換気量, 呼吸数が共に増加する。後根寄り, 前根寄りの有効部位を以下それぞれDT, VTと略す。DTで, 1回換気量の増加は吸息量と呼息量の増加によるが前者の方が後者より顕著であった。他方, VTでは, 吸息量の増加のみであった。またVTでは, 機能的残気量(呼息位の移動)の増加がしばしば観察された。同一刺激による1回換気量, 呼吸数の増加はいずれもDTの方がVTにおけるよりも顕微であった。動脈血圧はDTにおいてのみ, 刺激の初期に上昇する。上述のように電気刺激による呼吸への影響の仕方にDTとVTでは差異がある。有効部位DT, あるいはVTを表面から約1mmの深さまで切断したのち, その頭側あるいは尾側に再び刺激を与えると, DTでは頭側で, 他方VTでは尾側でそれぞれ換気量が増加する。

**328. 延髄外側網様体刺激による吸息性ニューロンの抑制と呼吸相の短縮.** 草地良作, 橋口明枝, 小松 明, 山下雄平 (東京女医大, 第一生理)

両側迷走神経切断, ガラミンで非動化したウサギを人工呼吸下に使用し, 疑核付近の網様体を電刺刺激すると, 横隔神経の吸息性発射の抑制と, 刺激が与えられた吸息相につづく呼息相の短縮がおこる。このような刺激効果を示す部位の分布を延髄各部位について調べると, 両側の疑核付近の網様体に限られている。ただ疑核より1~2mm尾側にわたる部位でも同様な効果がえられた。呼息相の短縮を起す部位は上述分布のうち門レベル中心とし約2mmの範囲に限られ, しかも刺激が吸息相の中期以降に与えられた時のみ有効であった。上述部位の刺激を行なった時の反側疑核付の吸息性ニューロン(IU)の応答を調べると88%は横隔神経と同様な抑制を示すが, その抑制の持続

時間は横隔神経に比して一般に短い。残りの12%は呼息時に8~35 msecの潜時の反射応答を示した。これに対し呼吸性ニューロンはIUの抑制に一致した発射を示すもの(17%)と示さないもの(83%)の2種類があった。

### 329. 高二酸化炭素負荷と中枢性呼吸活動. 小林庄一, 村田京子 (新潟大, 医, 第二生理)

ウレタン麻酔, ガラミン不動化, 陽圧人工呼吸ウサギを用い, 脳幹性呼吸律動発生の様相を高CO<sub>2</sub>負荷によって調べた。中枢性律動は一側横隔神経の一根の頸部切断末梢端から群発射を導出, 記録した。肺泡あるいは動脈血 Pco<sub>2</sub> は CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 混合気の吸入あるいは無呼吸酸化によって10~250 torr の範囲に変化させた。Po<sub>2</sub> は 100 torr 以上に保持した。頸部迷走神経両側切断ウサギにおいては, 群発射の大きさは, Pco<sub>2</sub> 約 70~100 torr までは増大し, その値は 200 torr 附近まで保持さ

れ, その後, 減弱する。群発射頻度は, 逆的に, Pco<sub>2</sub> の増加によって双曲線的に減少し, その漸近頻度は約10~30/分である。漸近頻度の高低はCO<sub>2</sub>負荷前の群発射頻度の高低と関係する。群発射の持続時間(吸息)はPco<sub>2</sub>の増加による群発射周期の増大とは無関係に, ほぼ一定で(約0.5~1.2秒), 発射周期の増大はもっぱら発射休止期(呼息)の延長に依る。迷走神経無傷ウサギにおいては, 群発射の頻度は, 通常人工呼吸ポンプによる肺拡張の頻度に同期する。しかし, Pco<sub>2</sub>が高い場合は, 内因性発射は高い送気頻度に追従できずブロックが出現する。他方, 送気頻度が上述の漸近発射頻度以下であると, 内因性群発射のエスケープが出現する。このエスケープ群発射の頻度とPco<sub>2</sub>との関係は, 迷走神経切断ウサギにおける内因性群発射頻度とPco<sub>2</sub>との関係に近似する。これらの結果について, 2, 3の考察を加えた。

## 26. 循

### 330. 左心室の瞬時圧力-容積関係. 菅弘之\*, 佐川喜一 (ジョンス・ホプキンス大, 医, 生医工用学・現 東大, 医, 生理\*)

心筋細胞の集合としての左心室の経時的収縮特性(内圧-容積-時間関係)には未知の点が多い。従来拍動中の心室容積を正確に連続計測することは困難であった。我々はその新しい計測法を開発し, イヌの心臓の遊離灌流標本の左心室で, その内圧と容積を連続計測した。前・後負荷は生理的で広範囲に変えた。収縮様式としては等容積収縮あるいは増圧性に拍出する収縮をとらせた。どちらの収縮様式においても, 収縮期中の任意の時点  $t$  において, 広く負荷条件のことなる多くの定常的な心拍の内圧  $P(t)$  と容積  $V(t)$  との間に  $P(t) = E(t)[V(t) - \text{一定数}]$  の関係があった。  $E$  は,  $P$  と  $V$  の回帰直線の勾配で,  $t$  と共に増し, 収縮期末に最大となった。拍出する収縮様式の収縮期末の内圧-容積関係は, 等容積収縮のそれと一致した。収縮期末の  $E$  の値は陽性変力作用で増大した。弛緩期には  $E$  の値は収縮前の値にもどった。これらの知見は, 変力作用が一定の心室壁は収縮経過ともなっている一定の変化をする弾性特性を持ち, それが変力作用によって影響を受けることを

## 環 (330—349)

示す。

### 331. 心臓後負荷効果と循環平衡. 山越憲一, 神谷 謙, 戸川達男, 島津秀昭, 土屋喜一\*(東京医歯大, 医用研・早大, 理工\*)

右心および左心拍出量の後負荷効果ならびに循環平衡に関し解析的検討を行なった。雑種イヌを用い, ペントバルビタール Na 麻酔下で両側頸部迷走神経を遮断し, 正中切開で開胸した。心臓に対する後負荷は肺動脈あるいは下行大動脈に血流制御型血圧クランプ装置を装着し, 肺動脈圧あるいは大動脈圧を任意かつ一定のレベルで制御することによって得られた。また両心房圧は吸引圧を利用した心房圧クランプ装置を用いて前負荷制御を行なった。更に血圧反射による自律神経性の心収縮能の変動を取り除く為, 腕頭動脈に先と同様な血圧クランプ装置を装着し, 下流圧制御を行なって頸動脈洞圧を一定に保った。実験はほぼ生理的な心機能の状態を control とし, 両側星状神経節切除あるいは  $\beta$ -blocker (propranolol) 投与後の測定も行なった。実験の結果, 右心および左心拍出量とも後負荷効果は明瞭に認められ, 特に propranolol 投与例ではこの効果は顕著で, かつ前負

荷効果も著明に減少した。このように心室に対する後負荷効果は、心臓の *contractility* に影響を受け、高い *contractility* では小さく、低い状態では著明にあらわれることを示した。以上の結果から心拍出量に後負荷効果が認められる場合、従来の Guyton による循環平衡理論は適用されず、解析的には末梢コンダクタンス持性をパラメータに心拍出量曲線群を求め、これらと静脈帰還曲線との交点から一過性に心拍出量、静脈圧および動脈圧が決定されることを示した。

**332. 等容積収縮による最大心室内圧の推定について。** 神谷 隆, 豊島 健, 戸川達男, 須磨幸蔵\* (東京医歯大, 医用研・東京女医大, 循環器外科\*)

心臓が等容積収縮を行なう時の心室内圧の最大値  $P_0$  を、通常の拍出時の心室内圧波形から推定する方法を試みた。

ペントバルビタール麻酔下のイヌを用い、開胸時の右心室内圧を測定しつつ、肺動脈起始部を一時的に閉塞して、等容積収縮時の右心室内圧波形を計測した。

この波形から、 $P_0$  を得る為、当初は Hill のモデルにしたがい、 $dp/dt/P-P$  平面で双曲線近似を行なおうとした。しかし、この方法では、 $P_0$  附近での曲線のまるみのために、推定誤差が可成り大きくなり易いことが観察された。そこで、心室内圧波形を時間関数のまま関数近似する方法が検討された。その結果、確率密度分布として繁用されるベータ分布関数を近似関数として用いると、その時間微分が最大になる以前の波形から関数のパラメータを決定することにより、等容積収縮時の心室内圧の上行脚がかなり良く近似できることが認められた。

そこで、測定の便利の為に、 $dp/dt$  が最大になる時間の圧力値、およびその  $1/2$ ,  $1/10$  の値を示す時間を計測し、これによって最大心室内圧  $P_0$  を推定する為のモノグラムを数値計算によって作成した。これを用いて、 $P_0$  が心カテーテル検査などで得られる心室内圧波形から、比較的容易に推定しうることが示された。

**333. カタツムリ心房静脈圧に関する拍動数の増強と減弱の活動性について。** 佐藤謙助, 深田高

一, 千葉剛次, 小野憲爾\* (長崎大, 医, 第二生理・神経情報研\*)

生体の興奮性を閾値の逆数とする定義式:

$$[\text{閾値}] \cdot [\text{興奮性}] = 1$$

の右辺の逆数の 1 を単位応答量として上の式を拡張すると、「生体は刺激量に比例した応答量を起す活動性を持つ」という 1 次式の基本的な関係:

$$[\text{刺激}] \cdot [\text{活動性}] = [\text{応答}]$$

がえられる (Sato et al. 1961; Sato, 1968).

ヒダリマキマイマイの摘出心房を Hühner のカニューレで灌流し、小ピーカー内の灌流液に漬けると、この液面からカニューレ内の液面までの高さが静脈圧となる。この圧が 0 の時の拍動数は自動能によるが圧刺激に関しては 0 次の応答となる。20 mm H<sub>2</sub>O の圧までは圧の増加 (減少) と共に拍動数 (応答) は増加 (減少) したが、この圧をこえると逆の結果となった。それで、0 次と 1 次の正の活動性の他に、圧の自乗に比例する 2 次の負 (抑制) の活動性を含む 2 次式が実測拍動数と圧の関係を満足した。しかも、ヒキガエル洞心房での実測値 (佐伯, 日本生理誌, 昭和13年) でも全く同様であった。ここで、圧に関する 2 次の関係はひとつの 1 次の正の活動性に対して、もうひとつの 1 次の負の活動性が直列結合、つまり負の feed forward の制御機構を示すと解釈できた。

**334. 心拍動と心筋組織内酸素分圧との対比。** 八木舎四, 中屋重行, 曾 憲昭 (岩手医大, 医, 第二生理)

酸素電極の酸素による脱分極電流と機械的動揺による脱分極電流とは、本質的には弁別し難い。とくに、これを拍動する心臓の筋肉組織内に挿入した場合、その脱分極電流が平均流として組織内酸素分圧の変動と対応できることは証明できても、その速い交流変動までも組織内酸素分圧の変動と見なすことにはためらってきた。今回、ガンマの心臓を生体位で露出し、音盤用クリスタルピックアップに接着した導体径 350 ミクロンの銅エナメル線をその心室筋層内に刺し、心拍動と対応する振動曲線と酸素電極の脱分極電流曲線 ( $P_{O_2}$  曲線) とを対比してみても両曲線の変動に相関性が低いこと、また、心室壁の色調変化を反射光にて同時記録して赤い時に  $P_{O_2}$  が高いこと、さらに、胸

腔内に食塩水を満たして別の銅エナメル線酸素電極を挿入し、酸素分圧と関係なく心拍動および呼吸運動のみを機械的運動曲線としてとり、電気天秤による心臓の収縮力曲線と共に同時記録して、 $P_{O_2}$  は収縮張力の大きい時には低く、収縮力の小さい時に高く、しかも機械的運動に殆んど障害されないことを知った。そして、ガマ心臓を生体から切り離して生理的食塩水中に吊し、その食塩水に空気や窒素ガスを吹き込んで心臓を動揺させながら記録した心筋層の  $P_{O_2}$  曲線には交流波形は重量しなかった。

したがって、組織内に挿入した銅エナメル線酸素電極による電流曲線は、そのまま組織内  $P_{O_2}$  の変動曲線とみてよい。

**335. 急性肺水腫にみられる肺脈管陰影の実験的ならびに臨床的研究。** 徳政義和、杉山吉克、中山章、中村衛、木下安弘、稲垣義明（千葉大，医，第二内科）

体重4.5~13kgの雑種イヌ27匹に pentobarbital sodium (25 mg/kg) の静脈内麻酔を行ない、人工陽圧呼吸下で生理的食塩水 2.5 l に epinephrine 0.25, 0.5, 0.75 mg/kg のいずれかを加えた混合溶液を、いろいろな速度で大腿静脈より注入し、種々の重症度の肺水腫を発生させ、胸部 X 線撮影を行なった。また混合溶液 2.0 l 注入終了時に 5 ml/v % evans blue (1 ml/kg) を静脈内に注入、混合溶液 2.5 l 注入終了後、心停止をおこさせ、直ちに心肺をとり出して、各肺葉大切片の組織標本をつくりその変化をしらべた。

1) 肺の内眼的所見、evans blue 色素による着色ならびにヘマトキシリンエオジン染色による肺組織標本についてしらべると、両側の横膈膜葉の背下面を中心に evans blue で濃い青色に染った肺水腫部分がみとめられ、ヘマトキシリンエオジン染色では各葉内の染色は均等ではなかった。

すなわち、イヌにおける実験的急性肺水腫の肺内水腫分布は不均等であった。2) 肺水腫の分布は、体位にかかわらず、横膈膜葉にもっとも強く、心葉、肺尖葉になるにしたがって弱くなる。

3) 中等大の肺脈管周囲組織の浮腫と、ときに出血が全肺葉にみとめられた。4) そのさい、胸部 X 線像では肺脈管陰影幅の増大と周囲の不鮮明化が最初にみられ、次第に肺胞内浮腫陰影をまじえ

てついに雲状から不透明の、いわゆる典型的な肺水腫胸部 X 線像がえられた。5) この最初の胸部 X 線所見は、ヒトの場合にも同様にみられ、特に右下肺野にみられやすかった。

**336. Propranolol 静注後の亜最大運動負荷時心拍数 (midway heart rate) の解析。** 稲垣義明、木下安弘、徳政義和、小川道一、中村仁、増田善昭、齋藤俊弘、宿谷正毅、小沢俊（千葉大，医，第二内科）

われわれは24才から47才までの健常男子19例を対象として、propranolol 0.05 mg/kg 静注5分後、定量負荷型自転車エルゴメーターを用いて、6分間の亜最大運動負荷 (1.25 w/kg) を臥位で行なわせ、運動終了直前の最高心拍数を midway heart rate (M. H. R.) と名づけて、これが心・脈管力学的に、どんな意味をもつかを、Wezler 法、Hollback 法によって検討した。1) M. H. R. の散点の巾は、同対象群に無処置で同一運動負荷をさせたさいの最高心拍数の散点の巾よりはるかに狭い。2) 壮年群における非鍛練者の M. H. R. は平均値を上回り、その例の分時送血量の回復過程は遅く、かつその構成には心拍数の増しが優勢となっており、これに対し、若年群における鍛練者の M. H. R. は平均値を下回り、かつ1回拍出量の増しが、回復過程における分時送血量の主体となっている。3) M. H. R. は心の自律神経支配の中間位を現わすと考えられ、種々の状態下における心機能の重要な指標になりうると考えられる。

**337. ドーパミンの心臓に対する作用機序。** 脇田良彬、松岡陽子、田中育郎（熊本大，医，第一生理）

ドーパミン (DA) の心臓刺激作用は、心筋アドレナリン性受容体に対する直接作用および交感神経末端部からのノルアドレナリン (NA) 遊離を介する間接作用の両者によるとされているが、いずれを主体とするか確かでないので、小玉の考案による温血動物 (ウサギ) 用の摘出心臓灌流法により検索した。

NA は心拍数の増加作用および収縮系 (肺動脈圧、心筋収縮力、左心室内圧、dLVP/dt 等) の増大作用を有することが認められた。この心拍数増加作用は、レセルピン処理により、変化を受けな

いが、収縮系の増大作用は有意に増強することが認められた。6-OH-DA 処理により、心拍数増加作用および収縮系の増大作用はともに著明に増強した。

DA は比較的低濃度では収縮系の増大作用のみ、高濃度では心拍数の増加作用も観察された。レセルピンあるいは6-OH-DA 処理により、この心拍数の増加作用は著明に抑制されたが、収縮系の増大作用はほとんど変化を受けないかあるいはNAと同程度に増強されることもあり一定しなかった。以上、DAの心拍数増加作用は主に間接的、収縮系増大作用は直接・間接の両者によると推察される。

**338. ADP 静注後の血小板血栓と心肺機能の変化。** 小林逸郎, 山崎博男, 島本多喜雄, Paul Didisheim\* (東京医歯大, 医, 第三内科・Mayo Clinic, U. S. A.\*)

Intravenous (I. V.) injection of 0.1 mg/kg of ADP within one second in 13 rats caused a prompt drop in platelet count to  $55.1 \pm 3.2\%$  of the preinjection value with a statistical significance ( $p < 0.01$ ) at 30 seconds after the injection. At that time mean arterial pressure and arterial  $PO_2$  decreased, while central venous pressure increased. Heart rate decreased with an appearance of sinus bradycardia and variable A-V block. Various respiratory effects such as shallow or slow respiration or apnea appeared. Such changes showed a tendency to recovery within 3 minutes. Splenectomy did not prevent these changes in 6 rats. In 6 thrombocytopenic and leucopenic rats treated with busulfan, these changes did not appear. When ADP was injected twice in 16 rats, the second injection resulted in no or slight responses. Intra-arterial injection of the same amount of ADP induced almost no response in 5 rats. These results suggest that the effects observed following I. V. ADP are probably due to transient obstruction of coronary and pulmonary microvessels by platelet and/or leukocyte aggregates. Reduced response following two successive injections may be due either to the reduced platelet count

or to a refractory state induced by the first injection. ADP is probably rapidly metabolized in systemic microvascular beds.

**339. 心筋の homogenate および slice の呼吸におよぼす 2-acetyl-7-(2-hydroxy-3-isopropylamino) propoxybenzofuran, propranolol および isoproterenol の影響。** 舟木 広, 真銅恒一, 初田蘭子, 小門峯子\* (科研薬研・京歯衛学\*)

Heart rate や心収縮力などは catecholamine によって増大促進されるが、これを block する  $\beta$ -adrenergic blocking agent が propranolol (PP) をはじめ数多く知られている。演者らは 2-acetyl-7-(2-hydroxy-3-isopropylamino) propoxybenzofuran (PB) に  $\beta$ -blocker 作用のあることを見出した。今回の報告は、ウサギの心筋の homogenate ならびに slice の組織呼吸におよぼす  $\beta$ -blocker (PB および PP) および  $\beta$ -stimulant (isoproterenol (IP)) の影響を Warburg 検圧法でしらべたものである。呼吸は PB および PP によって抑制され、IP によって促進され、呼吸系と PB, PP あるいは IP との間にはそれぞれ Freundlich の吸着等温式の適用される結合関係が推測される。50%呼吸阻害濃度によると PP は PB よりも homogenate で約 6.7倍、slice で約 4.2倍強く呼吸を抑制する。IP の濃度がはなはだしく高いと、呼吸は抑制されるが、これは呼吸系に結合集積した IP が呼吸系への酸素の接触行路をはばむためと推測される。PB および PP は、あらかじめ IP で活性化されている homogenate あるいは slice の呼吸を抑制し、呼吸抑制度と PB あるいは PP の濃度の対数とは直線関係である。あらかじめ IP を加えて呼吸系を活性化した標本において、50%呼吸阻害濃度でくらべると、PBの方がPPよりも homogenate で約46倍、slice で約9倍強く抑制する。Homogenate に PB をさきに加えておいてからあとで IP を加えた場合の呼吸は、homogenate に IP をさきに加えておいてからあとで PB を加えた場合の呼吸よりも強く抑制される。

**340. 血管系における動力的現象の流体能動素子理論による解析。** 島山一平, 沢井健次, 島田純一 (北里大, 医, 生理)

血管が流体力学的な能動特性を持っていること

はかなり前に皇山が指摘し、それにもとづくいくつかの理論的ならびに実験的研究結果を発表してきた。しかし動力学的現象についてはまだ本格的な研究発表を行っていなかったため、今回その序論ともいべきものを述べる。とくにここでは波動現象を主な対象とする。

血管内波動を考えるためには分布定数としてのパラメータの概念を確立して置く必要がある。能動特性を持った血管あるいは弾性管では通常概念による分布コンダクタンス  $g$  (= 流量/圧勾配) のほかに分布相互コンダクタンス  $q$  ( $= [\partial i / \partial p_{out}]_p$ ,  $P_{out}$ …外周圧,  $i$ …流量) を導入することが必要である。これから分布増幅率  $\mu = q/g$  が導かれる。このパラメータを用いると管内の流れを記述する運動方程式は

$$\frac{\partial p}{\partial x} = -\rho \frac{\partial i}{\partial t} - \rho \frac{1}{g} i + \mu p$$

となる。

これと連続方程式から、たとえば

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = -\rho c \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} + \frac{c}{g} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} + \mu \frac{\partial p}{\partial x}$$

のような2階の偏微分方程式が得られる。これを解析あるいは数値計算的に解いて数多くの新知見を得た。たとえば第3級動揺程度の血圧波の末梢での振幅増大、血流の恒常性異なる周波数特性、波動インピーダンスの2方向性などであるが、これらは実験的にも確かめられつつある。

#### 341. 動脈本幹の動的粘弾性。長谷川正光, 東健彦, 大橋俊夫 (信州大, 医, 第一生理)

イヌの大動脈起始部から股動脈に至る大動脈本幹の途中7カ所における長軸方向と円周方向の切片および血管成分(弾性線維, 平滑筋)に強制振動(3, 10, 30 Hz, 振幅40  $\mu$ )を与えたときの動的粘弾性を測定した。

弾性線維の動的弾性率 ( $E'$ ) は各周波数でほぼ同じ値 ( $2.5 \times 10^9$  dyn/cm<sup>2</sup>) になったが、動的粘性率 ( $\eta$ ) は各周波数とも非常に小さかった。それゆえ、弾性線維は弾性体に近い特性を示す。一方、平滑筋の  $E'$  は弾性線維より低かったが、周波数が高くなるにつれて増加した。 $\eta'$  は3 Hzで50 centipoiseと高く、高周波数では逆に減少した。それゆえ、平滑筋では低周波数で粘性効果が強調されるが、高周波数になると弾性効果が大きくなる。

大動脈本幹の円周方向における  $E'$ ,  $\eta'$  の周波数依存性は各部位とも平滑筋と同じであるが、その程度は末梢にゆくほど増大した。これは平滑筋の特性が末梢にゆくほど多く関与してくることを示す。一方、長軸方向では、近位部分の  $E'$ ,  $\eta'$  に周波数依存性が少しみられたが、末梢部分では  $E'$  の値が各周波数とも同じになり、かつ  $\eta'$  が小さくなった。それゆえ、末梢部分では弾性線維の特性を示すようになる。 $\eta'$  を各周波数について部位、方向別に調べると、3 Hzでは末梢にゆくにつれて、円周方向の値が増加してゆくのに対し、長軸方向では逆に減少した。すなわち、部位差、方向差が著明に現われたが、周波数が増すと、この傾向は減少していった。それゆえ、低周波数では各部位における平滑筋の構築状態がその部位の特性に強く反映するものと考えられる。

#### 342. 血流パターンのモデルによる解析。福岡孝義, 東健彦 (信州大, 医, 第一生理)

正常および病態における血流パターンを流れの可視化法により水流モデル実験で検討した。血管モデルとして直円管、軸対称な狭窄をもつ管、管内に突起をもつ血栓モデルの管を使用した。

1. 色素注入法により、狭窄を有する管の臨界レイノルズ数を調べた結果、狭窄により臨界レイノルズ数は直円管における3,300から著しく減少し、狭窄度 ( $d/D$ ) 0.6では直円管の1/6程度となる。

2. アルミ粉末法、水素気泡法によって狭窄管の流れのパターンを調べた結果、層流のとき狭窄部下流に渦のある剥離領域がみとめられこの領域はレイノルズ数とともに下流側に伸びる。レイノルズ数がさらに増すと壁の近くに大きいスケールの渦が生じこの渦が下流へと吐出されて乱流となる。すなわち狭窄部下流の乱れは剥離渦に起因したものと考えられる。

3. 管内に突起をもつ管については、コンデンスミルク法、色素注入法によって突起の周りの流れの構造が明らかになった。管壁の近くの流れは突起を抱きかかえるような馬蹄形の渦管を形成し突起側方を下流に流れている。また突起表面上には剥離線があり、その下流側に渦領域を形成している。管壁に沿った流れは突起前方の淀み点で二手に分かれ巻き込むようにして後ろの渦領域に入

りラセン状に巻きあがり下流へ流出している。

### 343. 動的試験法による末梢循環の解析. 佐藤登志郎 (北里大, 医, 内科)

末梢循環の血行力学的なパラメータを推定する目的で, 分離, 灌流された臓器の動・静脈の血圧および血流量の動的関係 (0.003 Hz~5 Hz) から適当なモデルを用いて, 最小二乗法的に計算した。以下にその2~3の結果と生理学的な解釈について述べる。

1. イヌの後肢 (骨格筋, 皮膚, 骨)。正常に灌流されている状態で, 動脈側から正弦波的な流入量の外乱を加え (静脈圧一定) これに対する動脈圧, 静脈流の周波数応答 (0.01~2 Hz), および静脈圧のステップ変化に対する重量の過渡応答 (10分間—0.003~0.02 Hz) より動, 静脈, 毛細管の血管系の3区分 (キャパシタンス  $C_A, C_C, C_V$ , 抵抗  $R_A, R_V$ ), および組織との液体移動を示唆する二つの区分を検出した。後者の内一つは, キャパシタンスの極めて大きい区分で, 通常の CFC に相当するが他の一つは有限のキャパシタンスと抵抗 ( $C_T, R_T$ ) からなる。その重量 100 g 当りの平均値は 0.019 ml/mmHg, 32.9 mmHg min ml<sup>-1</sup> ( $n = n = 27$ ) であり静脈系のキャパシタンスと略同値である。薬物に対する反応は少なく。血管の delayed compliance というよりは, 組織内の不均質性を反映しているのであろうと結論した。

2. 腎血流。同様に適当に灌流された腎に動脈側から正弦波的外乱を加え (0.03~20 Hz) 周波数応答を得, これより各パラメーター, とくに糸球体毛細管圧を推定すると, 動脈圧の約 1/2 で, また autoregulation の傾向を示した。

### 344. 微小循環系の動態とその微細構造. 小西昭 (大阪医大, 第一生理・京大, 医, 第一解剖)

Using differential interference (Nomarski) microscope and high speed motion camera the microcirculatory beds of the rat were examined. The same microvessel was identified with Nomarski optics during fixation and after embedding in Araldite. Thick and thin sections of selected areas were made of the embedded vascular bed and studied with Nomarski and electron microscope respectively. Thus the

structures examined with the electron microscope could be exactly correlated with those observed in vivo.

A vessel including a preferential channel was followed from a point where its lumen diameter was about 30  $\mu$ m to a point of confluence with a collecting venule. The distance covered between two points was about 2.8 mm. The length of the metarteriole was only 0.2 mm; 1/10 to 1/20 length of that of terminal arteriole.

Periendothelial cells undergo transition from typical smooth muscle cell at the 30  $\mu$ m site to atypical smooth muscle, "pericyte", at the terminal branches. No fenestration in the endothelia could be found throughout the preferential vessel. In sphincter regions they were mostly arranged in a circular fashion. The arteriolar endothelia exhibit longitudinal bundles of fine filaments (5~6 nm) and wavy thick filaments (9 nm). After the infusion of epinephrine it was found that the dense bands of the fine filamentous bundles were more frequently encountered in endothelia of contracted arterioles than those of dilated ones. (This study was done in collaboration with Drs. W. S. Beacham and C.C. Hunt, Dept. of Physiol. and Biophys., Washington University Med. Sch., St. Louis, Mo. U. S. A.)

### 345. 微細血管新生に関する知見. 小川義雄 里吉政子, 遊佐清有, 沖田 実 (横浜市大, 体育医学)

生後60日のラットに漸増的持久運動 (遊泳運動またはトレッドミル走運動) を毎日60分, 60日間負荷すると, 負荷群の心室毛細血管は, 対照群のそれに比し有意な増加を示すことが, 墨リングル液灌流標本から観察でき, 特に右室, 中隔, 左室内層において著明である。また左室および右室内層では毛細リンパ管の形成も認められるので, これら毛細脈管系の新生経過を電顕レベルで検索し考察を試みた。

運動負荷群の毛細血管の電顕像をみるに, 血管内腔側に向い著明な内皮細胞体の膨化が観察され

る。この膨化は血管内腔を閉塞するような所見を呈し、連続切片によればこの膨化部につづいて、判然と血管拡張像が認められる。拡張した血管内皮細胞は比較的菲薄で、蛇行、皺状を示し口径の最大部では内腔側に折れ込み、反対側の内皮細胞体に接着、融合し、2分された管腔となつて、部位的に毛細血管の増加をきたすものと思われる。

心室壁の毛細血管内皮細胞は、一般に *continuous type* であるが、*fenestrated* および *lifforal cell type* の2者も血管壁の構成に関与し、血管壁に 200~600 Å の有窓部あるいは間隙が存在する。この有窓部あるいは間隙を通して、血管外への液流が血管外通路となり、通路沿いにこれを囲む線維細胞等結合組織性細胞の集合により管腔形成となり、毛細リンパ管の出現をみるものと考えられる。

**346. ウサギ皮膚微細循環 (MC) とインシュリン (In) ショック-1.** 浅野牧茂, 大久保干代次, 小川庄吉, 三輪律子 (国立公衆衛生院, 生理)

Cutaneous microcirculatory responses to insulin administration (2.0 i. u./kg, i. v.) were studied in transparent chamber installed in a rabbit ear under fasting normal conditions. Following the insulin administration, a marked and persistent vasoconstriction and a low-flow state were developed invariably in connection with insulin hypoglycemia. During the low-flow state, leucocytes became highly adherent especially in venules; in arterioles they obstructed the flow of erythrocytes into the distal vessels, and consequently a profound microcirculatory hypohematocrit-hypoperfusion state was occurred. Leucocytes adhering to venules were not easily washed away even by the rapid blood flow, however, they never formed aggregates, thrombi, or coagulates. The rabbit was sometimes attacked by sudden convulsions when the erythrocyte supply appeared to maintain a minimal state. In addition, peripheral circulating leucocytes were counted and a significantly reduced count of lymphocytes was obtained after the insulin administration. Some

implications of the findings were discussed from the point of view of hematology as well as physiology.

**347. 骨格筋収縮時の血流, Hct および plasma protein の変動について.** 竹宮 隆, 樋口雄三, 宜保美恵子, 長嶋長節 (杏林大, 医, 第二生理)

The relation between severities of muscle contraction and patterns of blood flow, hematocrit and plasma protein were investigated in hindlimb of rabbits anesthetized with urethane. The results obtained were as follow.

1. Exercise hyperemia (EH) with stimulation of 5 to 10 Hz was exponentially increased to a 2~3 times more than the control level. But, EH produced by stimulation of 20 to 50 Hz decreased from the start to the first 20 sec of contraction, then increased gradually to a peak within 60 sec after contraction. Recovery time in postexercise hyperemia was prolonged as the intensity of the stimulation increased.

2. Increases in hematocrit and protein occurred at the first 15 to 20 sec of the contractions. In strenuous muscle contraction (20 Hz), hematocrit and plasma protein were approximately 12% and 30% higher than the control level, respectively. They decreased gradually as the degree of hyperemia fell.

It is suggested that exercise hyperemia has much to do with a large increase in the number of capillaries and a dilatation of each capillary supplying blood to the active skeletal muscle, and that the increase in hematocrit and plasma protein depend mainly on a dilatation of resistance vessels and an increase of capillary hydrostatic pressure, and possibly on the increase of tissue osmotic pressure.

**348.  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{125}\text{I}$  に対する脳血管の透過性.** 森英樹, 足立千鶴子 (神戸大, 医, 第二生理)

脳血液関門の存在は古くから認められているがその形態的裏付けは明らかでない。その要素としては脳血管自体とそれを取囲むグリヤ構造が考え

られる。Brightman らは電顕で脳実質の毛細血管壁に tight junction を証明し、一応形態学上の根拠と見做されている。

演者らはイヌの脳実質内に埋め込んだ有孔カプセルを用い、脳血管の透過性を検討した。まず脳カプセル内に増生した組織および貯溜液の Na, K, Cl, 蛋白質組成を、皮下に同時に埋め込んだ他のカプセル内の液、組織と比較した。脳カプセル内液は CSF より血清に近い組成をもち、組織は細胞間隙の広い結合繊維組織であるところから、胸カプセル内の液腔は、胸細胞外腔のうち、血管外腔がひろがったものであると考える。そこで静脈内に  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{125}\text{I}$  を注入し経時的に血中、CSF, 皮下カプセル内の放射性物質の濃度を測定した。各時点での  $(1 - C_{\text{fluid}}/C_{\text{plasma}})$  は片対数表示で直線性を示す一つの指数曲線であるので、注入4時間後の脱血死の時点で各カプセル内組織のスペースの比較が可能であると考え、Na, I のスペースを算出した。脳カプセル内組織の比放射能はほぼ飽和に達し、同容量の皮下カプセル組織のそれとの間に差は認められず、脳血管と皮下血管の透過性に差はないと考えられる。以上の成績から脳血液の関門は主として血管壁を覆うグリヤにあると考えてよい。

**349. 微小循環系における相反性血流機序。長嶋長節, 竹宮 隆, 岡井 治 (杏林大, 医, 第二生理)**

Blood flow (Q) through a capillary may be regarded approximately as a flow of Casson fluid in a nonpermeable capillary, while it may also be treated as a flow through a capillary with the permeable wall. Since the capillary wall is generally impermeable to the red cells,

the formula for the former is given by  $Q = k_1 R_c^4 \cdot \Delta P F(\xi)$  where  $\xi = k_2 f(R_c \cdot \Delta P)$ ,  $f \propto Ht_c^3$ ,  $\Delta P = p_a - p_v$ ;  $k_1$  and  $k_2$ , parameter related to viscosity  $\eta$  and capillary length;  $p_a$  and  $p_v$ , capillary pressure at arteriolar and venular side, respectively;  $f$ , yield value;  $Ht_c$ , hematocrit in a capillary. When  $\xi = 0$ ,  $F(\xi) = 1$ , when  $\xi = 1$ ,  $F(\xi) = 0$ .  $F(\xi)$  decreases with increasing  $\xi$ . From the proportionality of the yield value to the capillary radius we get  $Ht_a/Ht_c = (R_a/R_c)^{1/3}$ . This equation suggests that hematocrit ( $Ht_a$ ) in the arteriole is greater than that ( $Ht_c$ ) in the capillary because of the difference in the arteriolar radius ( $R_a$ ) and the capillary one ( $R_c$ ).

The formula for plasma flow in a capillary with the permeable wall is given by  $Q = k_3 R_c^4 \cdot \Delta P \{1 + \epsilon f(\sqrt{1/3}, \Delta\alpha/\Delta P)\}$  where  $\Delta\alpha = p_a - (\pi - \pi_i + p_i)$ ,  $\epsilon = k_4 \eta/R_c$ ;  $\pi$  and  $\pi_i$ , osmotic pressure in the capillary and tissue, respectively;  $p_i$ , pressure in the tissue;  $k_4$ , constant. When  $\Delta\alpha/\Delta P = 1/2$ , water balance is attained. When  $\Delta\alpha/\Delta P < 1/2$ , extracapillary fluid inflow into the capillary increases (left shift) and vice versa (right shift). When the arteriole constricts, the left shift occurs due to a decrease in  $P_a$  (decrease in arteriolar flow), corresponding to an increase in capillary flow at the venular side. In the arteriolar dilation a reverse relation between the arteriolar and capillary flow can be expected. These were verified experimentally by means of a finger-plethysmography. Thus, we found the reciprocal relation between arteriolar and capillary flow in an arcade pattern of the microvasculature.

## 27. 循環調節 (350—359)

**350. 循環調節系の基本的パラメータの推定。岡井 治, 長嶋長節\*, 堀 原一\*\* (杏林大, 医, 第一生理・第二生理\*・東京女医大, 理論外科\*\*)**

Surgical operation tends to vary the physiological nature of autoregulatory system in the living beings. Therefore, a trial was made here to uncover the regulatory mechanism in

blood circulation by the minimum surgical invasion and mathematical treatments.

Living phenomena including mean aortic pressure  $P$ , mean blood flow (cardiac output)  $F$  and heart rate  $H$  are translated into the polynomial expression as follows :

$$v_1 P^2 + v_2 P + v_3 F^2 + v_4 F + v_5 H^2 + v_6 H +$$

$$v_7PF + v_8PH + v_9FH = 1.0$$

where  $v_i$ ,  $i = 1 \sim 9$ , constant. There were close correlation between P, F and H calculated by this equation and observed in the animal experiments. This equation may correspond to  $\partial W/\partial H = 0$  where W indicates a total cardiac work. From abbreviation of this equation we get cardiac output CO

$$CO = (u_1P^2 + u_2P + u_3H^2 + u_4H + u_5PH)/(u_6P + u_7H + u_8)$$

where  $u_i$ ,  $i = 1 \sim 8$ , constant. Close correlation ( $r=0.959$ ) also existed between cardiac output calculated by this equation and observed in the animal experiments.

The cardiovascular center, generally, adjusts in its tonic activity by the afferent input from various sensory receptors in the organs, control the cardiovascular system by the nervous and hormonal facilities to maintain the cardiac output needed for the body or to obtain homeostasis. The right side of the latter equation may imply the results of the tonic activity which is related to the basic parameter in autoregulation of the blood circulation.

### 351. 神経性循環調節の一機構. 二宮石雄, 入沢 宏 (広島大, 医, 第一生理)

Sympathetic nerve activity to intestine (INA) and kidney (RNA) and aortic pressure were measured with intestinal pressure (IP) and venous flow (IVF) in anesthetized cats. An isolated intestinal segment (5~10 cm in length) was inflated sinusoidally with saline solution at a frequency of 0.08~1.20 Hz and with a stroke volume of 0.5~5.0 ml. INA distributed to both oral and anal sites of isolated segment increased almost linearly up to 40 cm H<sub>2</sub>O of IP. When spinal cord was cut at C<sub>1</sub> level, the major reflex effects on INA remained unchanged but tonic RNA disappeared. Divergence in IP-INA reflex was mediated at the spinal level.

Amplitude of INA per unit change of IP was depend on frequency of inflation. Gain ( $\Delta INA/\Delta IP$ ) of system was maximum at a range of

0.2~0.15 Hz but decreased at both low and high frequency ranges. A phase lag and lead of INA were found at high and low frequency levels, respectively. IP-INA system has a characteristic of band pass filter. Phasic IVF synchronous with sinusoidal change of INA was detected at high frequency (0.5~0.8 Hz), but not at low frequency (<0.4). IVF decreased with increase of tonic INA. It is concluded that phasic INA produced phasic IVF, but tonic INA decreased mean IVF.

### 352. 脳乏血性高血圧時の大腿動脈動態. 竹内亨, 宮川 清 (信州大, 医, 第二生理)

カイウサギの脳血行を制御することによって、体血圧を正常から生体が起しうる最も高い値まで階段状に変え、同時に血圧振動も催起させた。神経等は無傷のまま分離した大腿動脈を3台のポンプではさみ、donor rabbitの血液を用い灌流することによって容積変化を圧変化に変え記録した。大腿動脈灌流圧を35, 60, 80, 100, 130, 150および200 mmHgとしたときつぎの結果をえた。

1) 大腿動脈灌流圧が100~150 mmHgの時灌流圧の増加は最大であった。これに対し35 mmHgの時、最も小さい値がえられた。2) 大腿動脈灌流圧が200 mmHgの時、大腿動脈容積の最大収縮は8 mm<sup>3</sup>と最も少なく、灌流圧の減少に伴ない、この値は次第に増加し、灌流圧が60 mmHgの時29 mm<sup>3</sup>と最大値を示し、35 mmHgでは僅かに減少し24 mm<sup>3</sup>となった。3) 大腿動脈灌流圧の変化は体血圧のそれより数秒遅れてゆっくり現われた。このため血圧振動に伴なう灌流圧の変動は極めて小さかった。以上のように、高い内圧の大腿動脈では小さい容積変化と大きい圧変化が低い内圧では大きい容積変化と小さい圧変化がえられた。これらの変化は神経除去により完全に消失した。また大腿動脈は体血圧の急激な変動を減弱するように振舞った。

### 353. 血圧振動時の心臓機能の変化およびその際みられる徐脈の意義について. 清水 強, 宮川清\* (名衛大, 医, 生理・信州大, 医, 生理\*)

The arterial pressure, cardiac output, cardiac contractility, heart rate, electrocardiogram and

respiratory movement were simultaneously recorded during the blood pressure oscillation as well as during the complete interruption of the blood supply to the brain in rabbits.

Following the complete interruption, mean arterial pressure was elevated to  $139 \pm 23$  mmHg from  $56 \pm 15$  mmHg of the control with two times increase of the left ventricular contractile force of  $84 \pm 2.2$  g in its control, while the cardiac output and heart rate decreased to  $140 \pm 49$  ml/min from  $248 \pm 59$  ml/min and to  $188 \pm 61$ /min from  $271 \pm 43$ /min of the control respectively.

Accompanying the blood pressure oscillation, cardiac output and heart rate undulated in the reversed phase and contractility also undulated with the peak to peak correspondence, which appeared at various levels under the maximal reaction observed in the complete interruption experiment.

The mechanical work of the heart increased according to the elevation of the arterial pressure. However, a ratio of minutes work to minute contractile force was maintained at the almost same value.

**354. 皮膚から心臓への反射.** 加世田正和, 佐藤昭夫, 佐藤優子, 島田文代 (東京都老人総合研, 基礎第二生理)

クロラローズ麻酔のラットで皮膚の痛み刺激が心臓機能の反射性反応を誘発する事実を見出し, その反応は交感神経を介する反射であることを証明した. 皮膚の痛み刺激は, 左右の乳頭線上に頸部から下腹部にかけて数ヶ所の場所を選んで, その部位をピンセットでつまんで与えた. 心臓機能には心拍数を指標とした. 心拍数は EKG の R 波でトリガーをしてパルスタコメーター (日本光電) を用いて連続的に数え, さらにその出力を加算平均して data の分析を行った. 中枢と心臓支配自律神経すべてが無傷の場合, 胸部と腹部の皮膚痛み刺激は頻脈を誘発した. その反応は副腎摘出後も認められた. しかもこの反射反応は両側迷走神経を頸部で切断してもなお存在するが, また別の迷走神経の無傷の例で交感神経遮断薬使用後には

消失してしまうので, これは交感神経を介する反応であると結論できる. 興味深いことは急性脊髄ラットでは, 胸部の皮膚刺激で依然として反応が出現するにもかかわらず, 腹部の皮膚刺激では出現しなかった. それゆえ皮膚から心臓への反射性反応は, 胸部に限局された脊髄性交感神経反射であり, しかも脊髄より上位中枢の存在で拡張を起す.

**355. 右心系に受容野を有する求心性交感神経線維.** 内田康美, 村尾 覚 (東大, 医, 第二内科)

1969年演者らは左心系のみでなく右心系にも求心性交感神経線維の受容野が存在することを認めた. 今回はその興奮様式と機能について検討した. 方法: 麻酔イヌについて開胸下で両側上胸部交通枝より求心性 impulse を誘導し, 伝導速度より線維の分類を行った. 成績: 求心性線維は A $\delta$  と C 線維とに分類された. Tapping により同定した受容野は上下大静脈, 右心房室の前後壁および肺動脈主幹部に認められた. これら求心性線維の impulse は左右いずれの交通枝でも記録され, 両側支配を示した. A $\delta$ , C 線維いずれの群でも自然発射を行っているものとそうでないものが認められた. A $\delta$  線維51本中自然発射がみられたものは26本でそのうち70%は心内圧または肺動脈圧波と同調した規則的な発射を行い, 他は不規則な発射を示した. 一方, C 線維21本中9本が自然発射を行っており, 大部分は不規則な発射を示した. 圧に対する閾値は右心室性線維 3~50, 右心房性線維 3~10, 肺動脈性線維 5~58mmHg であり A $\delta$ , C 線維間に明らかな閾値の差は認められなかった. 内圧上昇により A $\delta$ , C 線維共, 対照時の発射様式に関係なく, 圧波の上昇時に tonic な発射を示した. 右心室性線維は心室性期外収縮や Ach による徐脈の拡張期にも著明な興奮を示した. 右冠状動脈にそって走る神経束を迷走神経切断下で求心性に電気刺激すると血圧の上昇と心拍数の増加が認められた. 以上のことから, 右心系に受容野を有する求心性交感神経は圧と容量変化に反応し, 昇圧作用を有するといえる.

**356. 高血圧ラット血行動態.** 沼尾嘉信, 菅弘之, 入内島十郎 (東大, 医, 第二生理)

Cardiac output of unanesthetized spontane

ously hypertensive rats (SHR) and normotensive control rats (NCR) was measured by an aortic pressure pulse contour method. A catheter was introduced into the aortic arch under ether anesthesia and aortic pressure curves were recorded after the recovery from anesthesia. Stroke volume was calculated by reading required pressure and time data on the tracing and putting them into a special equation. Cardiac output of both SHR and NCR in the unanesthetized state was about 30 ml/min/Gm, being twice as large as under pentobarbital anesthesia. However, there was no statistically significant difference in cardiac output between SHR and NCR. Therefore, total peripheral resistance in unanesthetized SHR was significantly larger than that in NCR. Similar results were obtained under pentobarbital anesthesia, in spite of the low cardiac output. Therefore, the hypertensive state in SHR is characterized by an elevation of total peripheral resistance in both unanesthetized and anesthetized states. Hexamethonium was given to observe the effect of ganglion blockade in the unanesthetized state. Arterial pressure of SHR was greatly decreased by the ganglion blockade but it remained still higher than that of NCR. However, cardiac output of SHR after the blockade was significantly larger than that of NCR. Therefore, total peripheral resistance became rather smaller in SHR than in NCR. These results indicate that the hypertensive state in SHR is maintained neurogenically in the unanesthetized state as well as in the anesthetized state.

**357. 下肢刺激の循環系におよぶ影響に就いて.** 伊藤秀三郎, 亀井 進, 小関勝美 (東京, 身体均整学院)

私共は, 人体背面を縦なる正中線と, 横なる第12胸椎第1腰椎中間高線とで, 上下, 左右に四等分し, 考えることにした。

今回は, 下の左および右, すなわち下肢関節の左側か右側かに, 1種類かあるいは2種類以上の刺激を与え, その刺激前後の循環系の様相を観察

した。

1種類の刺激とは, ゆさぶり, 圧迫および伸展で, 2種類以上の刺激とは, 伸展, 屈曲, 圧迫の組合せであった。

なお循環系の指標には, 心拍数と血圧とを選んだ。

対象にした被験者は

男 18名 (11より30才) と

女 12名 (16より50才)

であった。

測定は, 刺激前後に行うことにし, その変化を特に注目した。

総括的に結果を掲げると, 次のごとくになった。

左側刺激の場合には心拍数と血圧とは増加し, 一方

右側刺激の場合には, 心拍数と血圧とは減少した。

なおその割合を指摘すると, いずれも約70%程度であった。

かくて, 下肢関節刺激と循環系機能との間には, 特異性があると私共は思考した。

**358. 循環血ヘマトクリット値の連続測定.** 森本武利, 亘 弘, 田中義文\* (京都府医大, 第一生理・麻酔科\*)

流通型の電導度測定用セルを実験動物の動静脈に by passを作りその経路中に入れて, 循環血ヘマトクリット値 (Ht 値) を連続的に測定した。この方法によれば, Ht 値10~60%の間で, 5 kHzでの血液のインピーダンスの対数と Ht 値の間に0.995の相関が得られた。また測定精度は, 同一個体の血液に使用した場合 Ht 値にして $\pm 0.7\%$ であった。なお実験動物に使用する場合には, シグマポンプにて流量を 40 ml/min, また温度を  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  に保って測定を行った。

データの集録には, 動静脈圧および Ht 値を 5 msec ごとに10秒間, 20秒間隔でサンプリングし, HITAC-10 によってそれぞれの平均値を求め, 30秒ごとに Type out させるシステムを完成した。この方法を用いて, イヌに Ringer 液および Dextran-Ringer 液を輸液した際の Ht 値および動静脈圧の変化を求めたところ, Ht 値の変化により transient な血液の濃縮稀釈を追うことが可

能であった。

**359. 脳幹における心血管ニューロンの同定, 分布および機能.** 野坂昭一郎 (京大, 医, 脳研生理)

Brain stem cardiovascular neurons were explored in chloralose-anesthetized rats. A new method of automatic intermittent carotid occlusion was developed for the identification of the cardiovascular neurons. A criterion of the identification was made by analysing the time courses of responses to the occlusion of afferent (carotid sinus nerve) and efferent (sympathetic and vagal nerves) pathways involved in central circulatory regulation. On carotid occlusion the sinus nerve showed an early rapid decrease and a later slow increase of firings which represent baroreceptor and chemoreceptor responses, respectively. Sympathetic nerve exhibited a prompt increase of firings while part of vagal nerve a decrease. These results led to the

criterion that only the neurons responding quickly to carotid occlusion are cardiovascular neurons. The cardiovascular neurons thus identified were divided into two groups: type A, responding to carotid occlusion by decreasing their firing rates; type B, by increasing. Some type A neurons showed firings in synchron with heart beats, either in rising or falling phase of sinus pressure. Some type A neurons showed a convergence of baroreceptor and chemoreceptor influences. Both type A and type B neurons received projections of spinal ascending afferents. Effect of stimulation of the afferents and that of carotid occlusion showed a summation in type B neurons while the former effect was blocked by the latter in type A neurons. These cardiovascular neurons were located mostly in bulbar reticular formation in a diffuse manner extending from obex to 3.5 mm rostral and from midline to 2 mm lateral.

## 28. 代謝・体温 (360—381)

**360. エタノールのコレステロールの生合成と異化排泄におよぼす作用.** 中村治雄 (北大, 歯, 口腔生理)

エタノールによるコレステロールの増加の機序を知るためにマウスを用いた。エタノールは注射また小経口投与で行い、正常食、コレステロール負荷食を用いた。

1) 血液総コレステロール値には変化ないが、肝エステルコレステロールが増加した。2) 注射投与では酢酸- $1-^{14}\text{C}$  よりの肝コレステロールの生合成は減少し、また肝マイクロゾーム HMG-CoA reductase 活性は減少したが、経口投与では生合成は増加し、ともにメバロン酸- $2-^{14}\text{C}$  からのとりこみには変化なかった。3) コレステロールの腸よりの吸収をみるために、コレステロール- $4-^{14}\text{C}$  胃内注入後の血液の放射能には変化はなかった。4) エタノール投与マウス肝ミトコンドリアはコレステロール- $26-^{14}\text{C}$  の酸化を抑制した。5) コレステロール- $4-^{14}\text{C}$  注射後の糞への排泄は総- $^{14}\text{C}$ 、総不鹹化物- $^{14}\text{C}$  には変化ないが、総胆汁酸- $^{14}\text{C}$  は

減少し、またコール酸- $24-^{14}\text{C}$ 、およびヘノデオキシコール酸- $24-^{14}\text{C}$  注射後の糞へ排泄の半減期はおくれた。以上のことからエタノールによるコレステロールの増加は生合成の変化、コレステロールの異化の減少および胆汁酸の排泄の減少によると思はれる。

**361. 肝におけるカイロマイクロンの代謝 (2).** 内藤周幸, 岡田孝道 (東大, 医, 第一内科)

肝 chylomicron (chylo) の取り込み機構はまだ充分には解明されていない。われわれは昨年引き続きラットの遊離肝細胞を用いてこの問題を検討し、次の所見を得た。

1.  $^{14}\text{C}$ -oleic acid 標識 chylo から肝細胞の total lipid,  $\text{CO}_2$  およびケトン体の  $^{14}\text{C}$  の取り込みは medium がラット透析血清 (RDS) の場合、ほとんど認められず、LPL 活性を含む post-heparin serum (PHS) の場合は有意の増加が認められた。

2.  $^{14}\text{C}$ -glycerol- $^3\text{H}$ -oleic acid-chylo を用いても、RDS では  $\text{CO}_2$ , total lipid への  $^{14}\text{C}$  および

3 H の取り込みはほとんど認められなかったが、PHS では経時的に有意の増加が認められた。

3.  $^{14}\text{C}$ -glycerol-3 H-oleic acid-chylo を用いた場合、肝細胞 total lipid 中に取り込まれた 3 H/ $^{14}\text{C}$  比は RDS では変化せず、RHS では経時的に増加した。

4.  $^{14}\text{C}$ -oleic acid-chylo を用いて medium 中にヘパリンを添加すると、肝細胞 total lipid および  $\text{CO}_2$  に取り込まれる  $^{14}\text{C}$  が増加した。

以上の成績からラット肝細胞は chylomicron-TG をそのままの形で取り込まないで、一度 FFA に加水分解して取り込むものと考えられた。

### 362. パラミジンによるイヌの急性利胆効果の検討. 木谷健一 (東京都老人総合研, 第一臨床生理)

パラミジン (一般名プロコロム) は、フェノバルビタールに化学構造に近いが、催眠作用の少ない非ステロイド系抗炎症剤である。この物質はフェノバルに知られるような肝内酵素誘導作用、肝内色素蛋白の増生を起さぬがなおフェノバルと同じように、ビリルビン BSP 等の血中クリアランスを促進する。この本剤の持つ色素代謝への効果と、従来知られてる利胆作用の関係を検討するためにイヌについて、利胆効果が BSP の Tm に与える変化および、網細胆管胆汁流量の変化を検討し、これを従来よく知られている、胆汁酸投与、セクレチン投与、の場合と比較した。

BSP Tm の測定は、ネプタール麻酔下にイヌを開腹し総胆管カニューレクションを行ない、胆のう胆管を結さつた状態で実験した。BSP 0.4 mg/kg/min の持続静脈内注入を行ない、注入開始後 90~120 分後 BSP の排泄率が一定となり、且血中 BSP 濃度が上昇しつづけることを確認してこれを Tm とした。毛細管胆汁流量は  $^{14}\text{C}$  エリスリトールを用い、Wheeler の方法によって測定した。両実験ともタウロコール酸 7~10  $\mu\text{mol}/\text{min}$  の持続注入下で行なった。

パラミジンソーダ 10 mg/kg を静脈内注入すると、総胆管胆汁流量は約 2 倍に増加したが、BSP の Tm は不変であった。毛細管胆汁は著明に増加し、総胆管胆汁流量増加の大部分を説明した。パ

ラミジンはセクレチンに似て BSP Tm を変化させないが、毛細管胆汁を増加させる点はセクレチンと異り胆汁酸に相似する。

### 363. ラットにおける胆汁酸の肝最大輸送値 (Tm) におよぼすアミノ酸抱合の意義. 木谷健一 (東京都老人総合研, 第一臨床生理)

胆汁酸の胆汁への排泄は、active transport により、これによって胆汁酸依存胆汁が分泌される。通常生体内では胆汁への排泄は、抱合胆汁酸の型で行われる。胆汁酸の、胆の Tm を規定する上にこのアミノ酸との抱合がいかなる意義をもつかを検討した。

180~230 グラムのウイスター系雄ラットを用い、ネプタール麻酔下に開腹し、総胆管カニューレを挿入した。10 分毎に胆汁を採取し、秤量し、胆汁流量を求めた。コール酸ソーダ、タウロコール酸ソーダ、の 2 種の胆汁酸静脈内持続注入を行ない、胆汁内胆汁酸排泄が最大に達した時 (Tm)、その値を両者で比較した。またコール酸ソーダ注入下に、Tm 状態を続けさせ、この間胆汁中の胆汁酸組成をコール酸、タウロコール酸、グリココール酸の 3 種について比較した。総胆汁酸の測定は 3 $\alpha$  ハイドロキステロイドデヒドロゲナーゼによる酵素法を用いた。

コール酸注入下、およびタウロコール酸注入下で Tm に達した場合の胆汁流量 ( $\mu\text{l}/\text{min}/100\text{g}$ ) は各々  $17.40 \pm 1.95$  (ISD)  $n = 5$ ,  $15.79 \pm 1.47$ ,  $n = 7$  ( $P < 0.1$ ) 胆汁酸濃度 (nmol/ $\mu\text{l}$ ) は  $81.57 \pm 1.47$ ,  $90.74 \pm 7.53$  ( $P < 0.025$ ), 胆汁酸排泄率 (Tm)  $1.42 \pm 0.15$ ,  $1.44 \pm 0.17$  (N. S.) であった。また、コール酸ソーダを持続注入した時排泄される胆汁酸は次第に遊離のコール酸が多く、タウロコール酸の分画が減少してくるが、Tm は変らない。すなわち胆汁酸の Tm に対してアミノ酸抱合は積極的な規定因子とはならない。

### 364. シロネズミにおける蛋白質栄養効率判定と体組成変化. 岸 恭一, 高橋佳代子, 井上五郎 (徳島大, 医, 栄養)

To reevaluate the classical method of Mitchell's biological value (BV), rats of Sprague-Dawley

strain, weighing 60 g, 250 g and 400 g were fed lactalbumin or wheat gluten diets at various levels of protein for 3 weeks. N balance and the body composition, i. e., N, water and fat contents were measured. Curvilinear relationship between absorbed N and N balance was observed in all the experimental animals, except in growing animals consuming LA diets. BVs of LA and WG decreased exponentially with increasing protein intakes. Below 2% of dietary protein, BVs were as near as 100 and at 10%, 85, 70 and 60 for LA, and 35, 35 and 40 for WG in growing, young adult and older adult, respectively. Carcass analysis method usually gave similar values to those of balance method. Changes of body composition were evident with increasing age, but were not remarkable with the quality and the quantity of dietary protein. It may be concluded that BV of a protein is not a constant and inherent value and varies with the several factors, such as the dietary protein level, the length of experimental term and age of the animals used.

**365. ラットの脳発達におよぼす低栄養の影響.** 井上太郎, 田巻敬子 (愛知県コロニー, 発達障害研)

各種動物の脳重量は出生前後に急増するが, ラットでは生後3週間の哺乳中に脳発達がいちじるしい。実験的に哺乳量を制限した低栄養群の仔ラットの体重と脳重の増加速度は対照群に比しおそい。しかも両群の差は離乳後に食餌量の制限がなくなっても長くつづく。つまり哺乳期の長い期間にわたって影響をおよぼすのである。

次に脳の発達を中枢神経系のミエリン形成の面から検討するため, 脳や血液の脂肪酸組成をガスクロ法によって測定した。その結果血液の脂肪酸量は哺乳の影響をうけて, 生後3~4週間はそれ以降の時期よりも高値を示し, そのパターンも大きく変動する。

一方脳組織では, 1) 生後の日数経過に伴って, 脂肪酸量は次第に増加する。2) この場合ミリスチン酸, パルミチン酸およびパルミトオレイ

ン酸など比較的C-鎖の短いものは増加しない。

3) しかしステアリン酸, オレイン酸, リノール酸およびアラキドン酸などC-鎖の比較的長いものの濃度上昇がおこる。4) このような全脳の脂肪酸の量の増加とパターンの推移は生後28日前後までつづき, その後の変化は少ない。

現在上記のような脳の脂肪酸パターンの経日的推移が, 低栄養によってどのように影響されるかを実験中である。

**366. 近年における基礎代謝の季節変動の動向について.** 佐々木 隆, 唐杉 敬, 古閑利英子, 続 修二 (熊本大, 体質医研, 生理)

Seasonal variation in basal metabolism in the Japanese is characterized by a winter-high-and-summer-low pattern. The annual range was 17.3% in 1949. A progressive trend of reduction in the range was noticed, as high carbohydrate diet was replaced by a diet with more fat and less carbohydrate: 16.1% in 1956, 11.3% in 1961, and 9.8% in 1966. Therefore it is a question of time that the seasonal variation will disappear in the near future.

In order to meet the requirement of determining the time of disappearance, statistical procedure for the test of rhythmicity was established, and two series of basal metabolism observation were made in 1971 and 1974.

The 1971 series revealed the annual range of 6.7%, and the rhythmicity was reduced by a great deal, and accentuated the trend mentioned above. The 1974 series, however, showed a little wider range of 9.7%. In two out of four subjects, significant rhythmicity was not demonstrated.

Another tendency was observed. The day of maximum in seasonal variation (acrophase) falls at the beginning of February in 1949, in the middle of January in 1963, early in January in 1971, and finally in December in 1974 series. The progressive advance in acrophase remained to be studied.

**367. 坐禅時のエネルギー代謝についての疑**

問. 鈴木利三 (愛知県大, 文)

第20回国際心理学会議における講演の中で秋重教授は「坐禅時のエネルギー代謝量は基礎代謝量以下になる」と述べている。同様の叙述は他の2, 3の学者の著書や講演の中にも見られる。坐禅時のエネルギー代謝については、昭和36, 37年に行なわれた「禅の医学的・心理学的(総合)研究」において、杉教授らによって測定が行なわれた。上記の諸学者の主張はすべてこの研究結果に基づいていると考えられる。当時、筆者もその研究班に協力者として参加していたので、各研究担当者の実験(研究)報告書は一通り配布をうけていた。今それについて調べてみると、以下の事実が見出され、上記の主張が誤りであることがわかった。杉教授の昭和36年度の報告書は2通りあり、その一つの8頁に次の記事がある。

考察: 坐禅による呼吸ガス代謝の成績を個人別にみると、代謝率\*は明らかに低下する。

$$*代謝率(RMR) = \frac{(\text{坐禅中の全O}_2\text{消費量}) - (\text{その時間の安静状態のO}_2\text{消費量})}{\text{坐禅中の基礎代謝}}$$

通常 0.80~0.90 程度であるが個人によっては (K, K) 基礎代謝程度の場合もある。

これによると杉教授らは、坐禅の RMR を測定され、それが 0.80~0.90 であることを見出されたわけである。この数字は、いうまでもなく、坐禅そのものの作業強度をあらわすものであり、坐禅時の全エネルギー代謝量が基礎代謝量以下になることを示すものではない。

368. 至適温度条件に関する研究. 長田泰公, 小川庄吉, 吉田敬一\* (国立公衆衛生院, 生理・昭和和大, 医, 公衆衛生\*)

至適範囲とおもわれる温度条件下での体温調節の様相と主観的温熱感との関係をしらべた。1月から3月までの間に男女学生3名ずつを裸(男はパンツ, 女はセパレーツ水着)と着衣(上記のほか半袖シャツ, 作業服上下, 靴下 1.4 clo)の状態では、Yaglou の着衣, 軽作業の実効温度チャートの20, 22, 24, 26°C E. T. の安静坐位で曝露した。相対湿度は60%, 気流は 20 cm/s 以下とした。1時間安静坐位をとらしめた前室の条件は裸のとき 25.5°C E. T., 着衣のとき 22°C E. T. であ

る。実験室での曝露は1時間半。実験は午前の日と午後の日と2回ずつ繰返した。

実験室で安定状態となった時の諸機能を設定温度別にみると、代謝量は全体として男が女より、午後が午前より高いが、裸で 24°C E. T., 着衣で 22°C E. T. で最も低く、それ以下、以上で高かった。手甲皮温  $T_7$ , 側腹皮温  $T_3$ , 平均皮温  $T_s$ , 指先血流量のいずれも温度と共に上昇するが、Mが最低となる条件下での  $T_7$ ,  $T_3$ ,  $T_s$  は裸では34, 33, 33°C, 着衣では33, 34, 33°C であった。男女差はほとんど無い。これらの状態は、全身および局所での主観的温熱感の中性点に一致した。

369. 感覚応答によるヒト体温の setpoint の推定. 藤島和孝, 矢永尚士, 加地正郎, 小坂光男 (九大, 温研気候内科・名古屋市大, 医, 第二生理\*)

人体末梢部に温度刺激を与えた場合の感覚応答をもとに行動的体温調節の立場から、ヒト体温の set-point について検討した。19~22才の女子11名は follicular phase と luteal phase で、18~22才の男子10名運動負荷開始前と同終了後を対象とした。被験者の皮膚温を一定に保つため 37.5°C の浴槽に全身入浴させた状態で 10~45°C の温水に45秒ごとに30秒間、片手を浸水させた際の thermal comfort について実験した。

その結果、follicular phase の口腔温が 36.7~36.9°C 群では 37.1~37.4°C 群に比較して温度刺激約 20°C で discomfort, 40°C で comfort を示し set-point 36.9°C 以上が予測された。luteal phase についても口腔温 37.1~37.3°C 群では、37.4~37.5°C 群に比べて、温度刺激約 40°C でより comfort を示し set-point 37.3°C 以上が推定された。

運動負荷前の口腔温 36.7~36.9°C 群では温度刺激 20°C で discomfort, 同 40°C でに comfort を示し、口腔温 37.0~37.4°C 群では刺激温 20°C で comfort を呈し set-point 36.9~37.0°C が推定された。運動負荷終了後の口腔温 37.0~37.3°C 群では、温度刺激に対して明確な傾向が得られなかったが、同 37.4~37.7°C 群では刺激温 20°C で comfort を示し set-point 37.4°C 以下が推定された。以上の結果は thermal comfort によって体温の set-point を推定し得ることを示している。なお、luteal phase と運動負荷後の体温を同一に考

えることは問題があると思うので今後さらに検討したい。

**370. ヒトにおける局所振動刺激の皮膚温におよぼす効果.** 那須吉郎, 及川俊彦 (鳥取大, 医, 第二生理)

The changes of the skin temperature due to local vibratory stimulation were studied thermographically in normals and patients with white-finger. In order to measure quantitatively graded thermographic changes photographed every tens seconds before, during and after stimulation, an optical densitometer was devised. The results obtained were as follows.

1. Each stimulation of 40, 80, 90, 100, 110 and 120 Hz was delivered to the right hand for 3 minutes and the vibrating amplitude was kept constant. Among stimuli used, stimulation of 100 Hz was most effective in causing temperature decreases of the contralateral left hand. By this frequency, the recovery was also longest.

2. Various amplitudes of vibration seemed to induce no differences in the effects.

3. The changes observed were more remarkable in the patients than in the normals. However, the patients without white-finger showed very small changes in spite of long-term use of vibratory stools.

The causes of these effects were suggested to be some long-lasting vasoconstriction accompanied by tonic vibratory reflex but not to be muscular contraction.

**371. VTR と体温.** 増田 允, 内野欽司 (慈恵医大, 第一生理)

運動時の規則性のある体温変動の解析の一助として, ヒトの大腿四頭筋, 上腕二頭筋に振動刺激(V)を与え, そのときの体温変化を検討した. 振動数は 100 Hz を中心とし, 刺激時間は 2 分とした.

1. V により短潜時で皮膚温 (Ts) は低下したが, 直腸温 (Tr), 鼓膜温 (Tty) は変化がなかった. 振動筋上の Ts の低下は最も大であった. こ

の Ts の低下は, 振動数 100 Hz で最も大きく, また同じ 100 Hz でも TVR 効果の大きいほど, 大であった. このことから運動時の Ts の低下は, 筋紡錘発射によるものと推定した.

2. 振動筋および等尺性随意収縮時の筋温はいずれも低下した.

3. V による Tty の低下の条件を求めたところ, 最大筋力の約10%の等尺性随意運動 (VM<sub>10</sub>) を30秒負荷し, 引続き 100 Hz の V を与えたとき, Tr は変化なく, Tty, Ts は低下した. 但し先行する VM 時の Ts の低下は, V のみの Ts の低下よりは小であった.

100 Hz の TVR, また等尺性随意収縮時の EEG およびその interval histogram を記録した. TVR では やや速波が増すが大きな影響は認められず, VM<sub>10</sub> では histogram で100 msec に集約してくる特性を認めた.

**372. 魚類の心拍数に対する脊髓温度刺激の影響.** 土屋勝彦, 村田成子, 入来正躬 (東京都老人総合研, 第一生理)

近年, 哺乳類, 鳥類, 両生類において脊髓温度刺激により誘起される種々の自律神経反射について報告されている. 本研究においては魚類の脊髓温度受容組織の存否を検討するため, フナの脊髓を温度刺激し, 自律神経反射の指標として心拍数の変化に注目した.

ガラミンにより不動化し, 鰓を灌流したフナを空气中に固定して実験に用いた. 脊椎骨に接して留置した銅パイプに 0~4°C 冷水または, 48~50°C 温水を 8 分間にわたって灌流することによって脊髓の温度刺激を行なった. 脊髓加温は全ての例において心拍が促進した. その心拍の値の平均値は, +5.3 beats/min (n = 6) であった. 一方脊髓冷却は全ての例において心拍緩徐が観察され, その平均値は -5.4 beats/min (n = 9) であった.

脊髓温度刺激の際の心臓附近の温度変化は最大 0.6°C であった. 心臓の温度の 1°C 変化に対する心拍数の変化は 8.3~60 beats/min・°C の間に分散し一定の関係が認められなかった. タラ (Stevens et al., 1969) およびカエル (Rüth et al., 1972) における研究では体温と心拍数は直線関係を示し, その勾配は 3 beats/min・°C であると報告されている. したがって本実験における結果は

温度変化が直接心臓に影響し、心拍数に変化を与えているとは考えられない。また脊髓腔に3 M KClを注入することによって破壊した後は、脊髓温度刺激は無効となった。以上の事実から脊髓温度刺激は脊髓において受容され、心臓支配神経の活動に影響を与えているものと考えられる。

**373. 温熱反射性血管拡張反応の中樞神経機構.** 村上 恵, 坂田義行, 内村裕嗣 (山口大, 医, 第二生理)

Reflex vasodilation in the pinna in response to radiant heating of the opposite side of the pinna was investigated to determine an interaction of thermoregulatory system with neurochemical system in the brain stem. Vasodilation was observed by heat loss from the pinna which was measured continuously by means of heat flux. An array of 2 to 4 microinjection cannulae or thermodes are implanted bilaterally in different diencephalic or mesencephalic loci of rabbits previously.

1. Intravenous administration of atropin (0.5 mg) did not affect an appearance of reflex vasodilation.

2. Procaine-HCl (0.5~2.0 mg) injected into anterior hypothalamus abolished or reduced a development of the responses as well as noradrenaline (5~10 g) injection does. Indication is that there is a neural mechanism of reflex vasodilation in the anterior hypothalamus, which is inhibited by noradrenaline.

3. With an injection of procaine-HCl and noradrenaline into the reticular formation of the midbrain, marked intensification of the reflex vasodilation was observed and their degrees depended largely on environmental temperature. It might be said that the reticular formation of the midbrain acts usually on the anterior hypothalamus in an inhibitory way and its driving source may be cold signal from periphery. But this function was also inhibited with an injection of noradrenaline.

4. Injection of procaine-HCl into the raphe area introduced different effects.

Based on these results neuronal model of the reflex vasodilation in the brain stem was discussed.

**374. 脊髓加温および冷却に対する中脳温度ニウロンの反応.** 堀 哲郎, 原田温子 (熊本大, 体質医研, 生理)

Rabbits anesthetized with urethane were implanted with a steel thermode in the midbrain on one side and a U-shaped thermode of polyethylene tubing in the spinal canal between T8 and L7. Two water-perfusing systems provided independent control of local midbrain and spinal cord temperatures. Single unit activities were recorded with steel microelectrodes from the thermo-responsive neurones in the midbrain reticular formation and the effects of heating and cooling of the spinal cord were studied. Out of 41 cold-responsive neurones studied, 8 units decreased their firing rate with elevation of spinal cord temperature ( $T_{sc}$ ) and 3 units showed the opposite type of response to  $T_{sc}$ . The remaining 30 cold-units were not affected by the changes in  $T_{sc}$  between 30 and 42°C. 3 out of 16 warm-responsive units increased and one decreased the firing rate during spinal cord heating. These results suggest that the temperature signal arising from thermosensitive structures in the spinal cord<sup>1)</sup> may be transmitted to the midbrain thermo-responsive neurones.

1) Simon, E. & Iriki, M. (1971) Pflügers Archiv. **328**, 103

**375. 数種の霊長類の温度調節反応の比較生理.** 登倉尋実, 原文江, 岡田守彦, 大沢 済 (京大, 霊長類研)

Thermal and metabolic responses were compared among three Japanese macaques (*Macaca fuscata*), three crab-eating macaques (*Macaca irus*), two sacred baboons (*Papio hamadryas*), and four patas monkeys (*Erythrocebus patas*) at heat exposure. Thermal balance was maintained at ambient temperatures of 25~35°C in all species,

but lost in the Japanese macaque, the cynomolgus macaque and the patas monkey except the sacred baboon at ambient temperature of 40°C. The baboon maintained thermal balance even at ambient temperature of 40°C, decreasing heat production markedly and sweating profusely from face. Heat production did not decrease in the Japanese macaque and the crab-eating macaque at heat exposure. Panting did not come into operation in all species. It was noteworthy that the increase of rectal temperature in the patas monkey was large at heat exposure in comparison with that in other species. These phenomena might be beneficial to water economy in the patas monkey. The specific differences of thermoregulatory responses might be considered to be in adaptational differences to their natural habitat.

**376. 視東前野温ニューロンにおよぼす progesterone の作用.** 中山昭雄, 鈴木正利 (名大, 医, 第一生理)

婦人の基礎体温は月経周期に応じて卵胞期の低温相と黄体期の高温相をくりかえす。この高温相の原因は一般に progesterone (P) によるとされているが定説はない。P を propylene glycol に溶かし、室温 21°C でウサギにゆっくり静注 (5~15 mg) した。Propylene glycol のみでは直腸温の上昇は認めないが、P の増量にほぼ比例して直腸温の上昇は著明となった。ウサギの視東前野にニューレを介して P を微量注入 (10~200 µg) すると直腸温は 0.5~1.8°C 上昇した。次にウレタン麻醉ウサギで視東前野ニューロンの活動を記録しながら局所脳温を変化させてその温度特性を確かめ次いで脳温を一定に保って P 5~10 mg を筋注または静注した。温ニューロンは潜時数分~20分で放電頻度のほぼ50%の減少を示し、60分以内に元のレベルにもどった。冷ニューロンは逆に、放電頻度は約2倍まで増加した。対照実験として非感受性ニューロンはPに影響されず、またpropylene glycol は温度感受性ニューロンに作用しないことも確かめた。視東前野の温ニューロンの抑制、冷ニューロンの促進は pyrogen 投与時にも観察され、婦人の排卵後高温相の成因の一部はPのこの

ような作用によると思われる。

**377. キャプサイシン脱感作ラットにおける発熱.** 中山昭雄, 鈴木正利, 西尾 晃\* (名大, 医, 第一生理・国立衛試, 大阪支所\*)

赤とうがらし (capsicum annuum) の辛味成分である capsaicin をラットに皮下投与 (1.0 mg) すると、5分以内に直腸温 (Tre) の下降がはじまり、約1.5時間後に 33°C にもなる。この間、尾の血管の拡張と呼吸数の増加が認められる。カイウサギでもほぼ同様の結果が得られる。カイウサギの視東前野を冷却すると耳翼皮膚温が下降し、Tre の上昇が起るが、この上昇時に capsaicin (50~75 mg/kg) を皮下投与すると耳翼血管が拡張し、Tre の上昇速度が著しく減少した。逆に、capsaicin 投与による Tre の下降時に視東前野を冷却すると耳翼血管が収縮し、Tre の下降は停止した。

ラットの視東前野に細菌性発熱物質 (LPS) 0.1 µg あるいは prostaglandin E<sub>1</sub> (PGE<sub>1</sub>) 0.2 µg を微量注入すると、1~2°C の発熱を示すが、その発熱曲線に重畳して capsaicin による体温下降がみられた。

Capsaicin を反復投与 (3日間に全量 57 mg 以上) すると、脱感作されて一定量 (1 mg の皮下投与あるいは 10 µg の視東前野への微量注入) の capsaicin には反応しなくなる。このように処置したラットでは温度刺激に対する反応の発現が極めて弱く、高温環境における唾液塗布行動をほとんど示さず、又低温環境でのふるえの発現も無処置ラットより弱い。しかし LPS または PGE<sub>1</sub> を視東前野に微量注入すると、いずれも無処置時と同程度の発熱を示した。

**378. ウサギの pyrogen による発熱曲線の解析.** 小坂光男, 磯部芳明, 大原孝吉, 渡部和成, 高羽祥三\* (名古屋市大, 医, 第二生理・名古屋市大, 中検生理\*)

It has been confirmed that central thermosensitivity is not restricted only to the hypothalamic area but that thermo-sensitivity is a property of the entire central nervous axis. In the present investigation, thermo-regulatory responses during pyrogen induced fever were

recorded both in intact and decerebrate rabbits. Fever curve by an intravenous administration of pyrogen (LPS 0.2  $\gamma$ g/kg) consisted of a binary phase, while time course of fever curve was changed to a mono-phase by a lateral ventricular administration of the same dosage of LPS. EEG and EMG was polygraphically recorded in unanesthetized rabbits during pyrogen induced fever. A moderate and invariable change in EEG was an arousal pattern which appeared at the beginning of the first and second rise of rectal temperature. During the EEG arousal, cold shivering on EMG was simultaneously observed. Course of fever curve by pyrogen injection (LPS 0.2  $\gamma$ g/kg) intravenously in the decerebrate rabbit was recorded as a mono-phase. In generally, decerebrate animal is known to cause sensitive to intrinsic and extrinsic stimuli. The effect of pyrogen to temperature regulation in the decerebrate rabbit was an activation of reflex movement which was considered to be mediated by thermosensitive neurons in the reticular formation. In contrast, that reflex activity was suppressed by sulpyrin injection. It is therefore concluded that the active site of pyrogen is not restricted only to the preoptic area but the entire central nervous axis, especially in the midbrain and the spinal cord.

**379. 労働時の汗の窒素排泄量とたん白栄養.**  
山田敏男, 吉村寿人\*, 坂野勝啓\*, 芦田輝子\*\* (京都, 工芸繊維大・兵庫医大, 第一生理\*・京都, 家政短大\*\*)

運動未習熟者に長期労働訓練を负荷した際の汗の窒素排泄量と尿中窒素排泄量の関係を調べた結果, 運動適応体勢をとる間は汗の窒素排泄量は少く, 窒素の正出納が見られる. 此の事は汗への窒素排泄による代償的なものではなく運動訓練によって確かに筋への蓄積や赤血球増成へのたん白素材の提供がその主な理由である. しかし1例において運動訓練の効果が速やかであった被検者は運動3週目で尿排泄窒素に汗排泄窒素を加えると窒素平衡は零出納を示し汗の窒素の compensate が

見られた. 一方多数の熟練選手について労働訓練時に得られた窒素の正出納は確かに尿への窒素排泄は汗への窒素排泄により代償するものである. したがって運動未習熟の段階での労働訓練時の窒素の正出納は訓練による体勢づくりが激しく, たん白需要の増加がその大きな要因をなしているのであるから, たん白を多く与えて窒素平衡を高める事が労働態勢づくりを促進するものである事を明らかにした.

**380. 沖縄住民の発汗反応と耐熱性について.**  
堀 清紀, 中村 正\* (兵庫医大, 第一生理・長崎大, 衛生\*)

Sweating test was performed on 19 male residents born and raised in Okinawa (group O) and 18 male residents born in the Main Islands of Japan but move to Okinawa in less than one year (group M). Subjects dressed in shorts only, sitting at rest, immersed both legs to just below the knees into a stirring water bath of 42°C for 60 min in a climatic chamber of 30°C with 70% relative humidity. Heat tolerance was assessed by combination of relative increase in rectal temperature, relative water and salt loss induced by heat exposure.

Sweating reaction of group O was characterized by smaller sweat loss and lower salt concentration in sweat, while the rise in rectal temperature was practically the same in both groups. Thus group O showed significantly smaller relative water loss and smaller relative salt loss than group M in heat, and heat tolerance of group O was demonstrated to be superior to that of group M when heat tolerance was assessed by our index.

**381. Hyper thermia 時の体温平衡点と環境温度.** 古山富士弥, 熊崎路子, 大原孝吉 (名古屋大, 医, 第二生理)

Survival time (ST) at a given ambient temperature (AT) had been used as an index of resistancy to extreme heat. We reported in 1973 a linear relationship, which had been expected for a long time, between AT and ST:  $Y = a/X + b$ .

Y means AT (°C). X means ST (min.). 'a' means a capacity resistant to heat. 'b' means incipient lethal temperature. AT-ST curve was fitted in rectangular hyperbola:  $(Y-b) \cdot X = a$ . We reported in 1974 same relationship in several species of animals. In this study AT-ST curve and rectal temperature (RT) as a function of time in various AT were studied in inbred strain of rats, Wister/MK (W) and AxC 9935, Irish/MS (ACI). The 13 weeks old male rats maintained at  $24 \pm 1^\circ\text{C}$  for several generations were exposed to heat with copper-constantan thermocouple on their rectum.  $Y = 305/X + 37.81$ ,

in W, and  $Y = 239/X + 37.72$ , in ACI, were obtained. In W, RT as a function of time increased rapidly at  $48.5^\circ\text{C}$ . At  $42.5^\circ\text{C}$  RT began to have plateau against further hyperthermia. At  $38.5^\circ\text{C}$  RT was maintained at  $40.5 \sim 41.0^\circ\text{C}$  for a long time. In any case rats died when RT attained to  $44.5 \sim 45.0^\circ\text{C}$ . In some of ACI. RT overshooted temporarily, lowered to  $40.5 \sim 41.0^\circ\text{C}$  and elevated irreversibly. The higher the overshoot was, the smaller was ST. The earlier the overshoot occurred, the smaller was ST. This was the cause of larger variation of ST in ACI than in W at  $38.5^\circ\text{C}$ .

## 29. 環

**382. 加温によるニワトリ心拍数の変化に対する閃光刺激の影響.** 渡植貞一郎, 島田清司 (名大, 農, 家畜生理)

われわれはさきにニワトリ視床下部脳波が反復閃光刺激により容易に駆動されることを見出した。この場合の脳波の周期特異性が持つ生理的反応における役割について検討するため次の実験を行なった。無麻酔のニワトリの心拍数は室温を40分間に  $22^\circ\text{C}$  から  $40^\circ\text{C}$  に上昇させると常に減少した。この過程で体温はやや上昇するので、これまで認められていたように体温上昇は必ずしも心拍数の増加をもたらすのではなく、逆に低下させることもあることが見出された。この反応に対し  $3\text{ Hz}$  および  $24\text{ Hz}$  の閃光刺激は影響を与えないが、 $14\text{ Hz}$  の閃光刺激によっては心拍数ははげしく変動し一定の傾向を示さない。室温を一定に維持した場合にはいつれの周期の閃光刺激も心拍数に影響を与えない。これらのことから脳波によって反映される脳内リズムが環境の変化に反応する過程で信号の伝達、処理に関与しておりそれが特定の周期の脳波駆動によって混乱させられるものと考えられる。

**383. 発汗および寒冷ふるえにおよぼす  $\text{CO}_2$  吸入の影響.** 只木英子, 水村和枝\*, 山本宗平\* (金城大, 体育・名大, 医, 第一生理\*)

数種類の濃度の  $\text{CO}_2$  混合空気 ( $3 \sim 9\%$ ) 吸入に対する発汗反応を海女と対照群との間で比較し

## 境 (382—395)

た。被検者は鳥羽市の海女6名と名古屋市の女子学生12名である。発汗室の室温を  $39 \pm 1^\circ\text{C}$ , 湿度約70%とし、発汗は抵抗湿度計により右前胸部で測定した。各濃度  $\text{CO}_2$  の吸入時間は2分であるが、学生は9%  $\text{CO}_2$  を2分間吸入させることは困難であった。発汗量が急激に増加するのは学生の場合は5~7%であったが、海女の場合は7~9%であった。水中作業時に  $\text{CO}_2$  の体内蓄積がある海女は、 $\text{CO}_2$  に対する反応性が低下していると考えられる。

$\text{CO}_2$  の体温調節機序に対する影響を分析するために、寒冷ふるえ時に  $\text{CO}_2$  吸入を行なった。被検者は19~24才の女性で  $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$  の水を入れた浴槽中に首から下全身を入れ、ふるえを発生させた。水中の酸素消費量および代謝量は室中安静時の2倍となったが、5%  $\text{CO}_2$  吸入中両者とも1.2倍に低下し、筋電図上明らかにふるえは減弱した。直腸温には  $\text{CO}_2$  吸入中大きな降下はみられないため、放熱量も減少したと考えられる。

**384. 冷却に対するウサギ体表温度の動揺.** 上田五雨, 竹岡みち子, 宮田和英, 別府穂積\* (信州大, 医, 順応医研・秩父市立病院\*)

1. The skin temperature of a rabbit was measured continuously by a thermistor closely attached on or inserted in the abdominal area. The temperature fluctuation around a steady level was very small at a room temperature of,

for example, about 25°C.

2. The wave heights and the periods in the fluctuation were however remarkably exaggerated, when the animals were exposed to a severe cold such as 0~-10°C. In some cases, smaller fluctuations in the earlier stages (10~60 min) became considerably greater in the later stages (1 hr to 3 hr).

3. The larger waves showed wave heights of nearly 1°C and periods of 10 to 30 min, meanwhile the smaller ones indicated wave heights of about 0.5°C and periods of 30 sec to 8 min. The spike-like waves with periods less than 10 sec were also noticed. The former one is a Lewis-type, whereas the latter two examples are non-Lewis types with various origins.

4. The correlation of fluctuations between the right and the left sides is complicated. Even the fluctuations at very near points in the same sides indicated partly very similar but partly quite different patterns.

### 385. 寒冷馴化ラットの代謝と血液学的適応.

白木啓三, 山口恵子, 久岡文子 (徳島大, 医, 栄養)

Since metabolic activity of the tissue is increased in the cold, the oxygen transport to the tissue of a cold-acclimatized animal should be increased by the increase in hemoglobin in the blood. Protein intake reflects the levels of hemoglobin of the blood and the dietary protein is one of the most influencing factors which control the metabolic activity of the animals in the cold temperature.

In this experiment, an attempt was made to clarify the effect of protein intake on the adaptability of animals to cold in the view point of hematology. Wistar rats were fed the diets of varied levels of protein and housed in the cold (5°C) for 3 to 5 weeks. Oxygen consumption increased in the rats of every dietary group after the cold exposure, but in the protein deprived rats, it was still below the level to maintain the normal body temperature. Total

hemoglobin increased in the cold-acclimatized rats in proportion to the levels of the protein in the diets. There existed the linear relationship between body nitrogen and total hemoglobin or oxygen consumption in the cold-acclimatized rats, but this increase in the total hemoglobin was not proportional in the protein deprived rats and they failed to survive in the cold. Thus, it was concluded that the increase in the hemoglobin improves the adaptability to cold and increases the metabolic activity of the tissue to maintain the body temperature.

### 386. 急性寒冷暴露に対する代謝性反応—特に寒冷適応と高脂肪食の影響について. 黒島晨汎, 倉橋昌司, 土居勝彦, 大野都美恵\*, 藤田依久子\* (旭川医大, 第一生理・北教大, 養教養成所\*)

寒冷適応 (CA) と耐寒性を増強すると報告されている高脂肪食 (HF) の耐寒性に対する効果をネズミで検討した。体重増加は対照群 (C) に比べて HF 群で大きく, CA 群で小さかった。摂食量, 尿量, 尿中 N 排泄量は CA 群で増加したが, HF 群では変化しなかった。血中遊離脂肪酸 (FFA) 濃度は HF 群で高く, 血中ケトン体 (KB) 濃度は CA 群で低く, HF 群で高かった。尿中パニルマンドル酸排泄量は CA 群で高く, HF 群では低く, 交感神経活動が, HF 群ではむしろ抑制されていることが示唆された。寒冷暴露による結腸温低下は CA 群で少なく, 耐寒性の優れていることが示されたが, HF 群と C 群の間に差はなかった。しかし CA 群では FFA 濃度の上昇が少なかった。血糖値は CA 群で寒冷暴露 80 分後に上昇したが, 他の 2 群では変化しなかった。暴露 4 時間後には全群で血糖値は低下した。結腸温の低下の少ない CA 群では, C 群に比べて FFA レベルと血糖値の変動が少なく, FFA 利用の亢進と糖新生の増大が推測された。以上 CA が急激な寒冷暴露に対する耐寒性を増強させ, 一方 HF は明らかな代謝性変動を起こしたにもかかわらず, 耐寒性においては必ずしも有利でないことが明らかにされた。

### 387. 非ふるえ産熱における遊離脂肪酸の役割. 土居勝彦 (旭川医大, 第一生理)

基礎状態のヒト（アラスカ大学生6名）を半裸体で10°Cの寒冷に60分間暴露すると、ふるえがおきないのに、エネルギー代謝の亢進がみられ、同時に血中遊離脂肪酸（FFA）濃度の上昇と呼吸商の低下があった。その時のエネルギー代謝と血中FFA濃度との間に正の相関、血中FFA濃度と呼吸商、呼吸商と代謝量とは負の相関が認められた。

一方、数日後、別の実験として基礎状態の同じ6名の被験者に、脂肪分解抑制作用をもつニコチン酸を寒冷暴露と同時に投与するとふるえが著明にみられ、血中FFA濃度が低下し、呼吸商は高く、代謝の亢進がみられたがその程度は小さかった。平均皮膚温、平均体温の下降、熱負荷の増加の程度は両実験群で差がなく、直腸温にも差が認められなかった。また、血糖値、ヘモグロビン量、ヘマトクリット値、血圧、脈拍数、呼吸数にも両群で差が全くなかった。

以上の結果は、急性寒冷暴露時に、ヒトの場合も、ふるえによらない産熱機構があること、FFA血中濃度がふるえの発現の程度に大きな影響を与えることを推測させるものである。

### 388. 寒冷適応における甲状腺ホルモンの役割。本間研一、伊藤真次（北大、医、第一生理）

寒冷適応に必要な甲状腺ホルモン量を甲状腺ホルモン補充法を用いて調べた。寒冷適応のレベルを示す指標としてノルアドレナリンの産熱反応を用いた。30°Cに馴化したラットの甲状腺を外科的に摘除し、5°Cの寒冷環境に暴露した場合、寒冷適応に必要な甲状腺ホルモン量は1日4 $\mu\text{g}/100\text{g. b. w}$ であった。一方あらかじめ5°Cの寒冷に2週間暴露して寒冷に馴化させたラットでは1日1 $\mu\text{g}/100\text{g. b. w}$ の甲状腺ホルモンで適応が維持された。この結果は寒冷暴露の初期には比較的大量の甲状腺ホルモンが必要なのに対し、一旦適応が獲得されれば甲状腺ホルモンは一定の維持量で充分であることを示している。しかもこの維持量は室温馴化ラットの1日分泌量にほぼ等しく、寒冷適応の維持には甲状腺の機能亢進を必要としないように思われる。また副腎髓質摘除ラットに6-OHDA や Ro4-4602 を投与して内因性ノルアドレナリンを減少させるとラットは5°Cの寒冷下で生存することができず、しかも同時に大量の甲状

腺ホルモンを投与しても生存期間を延長させることができなかった。したがって甲状腺ホルモン単独では寒冷適応は獲得されず、寒冷暴露の初期に比較的大量の甲状腺ホルモンが必要なのはノルアドレナリンの作用を増強させるためと思われる。

### 389. 寒冷馴化ならびに繰り返しカテコールアミン投与ウサギの産熱機構。永坂鉄夫（名大、環境医研、第5部）

4群のウサギ（CONT：常温で飼育，CA：0 $\pm$ 1°Cで飼育，NE：常温で1日1回300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ のnorepinephrineを，INE：同じく200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ のisoproterenolを繰り返し4カ月間皮下注射したもの）について、5 $\sim$ 35°C、7段階の環境温度（ $T_a$ ）での熱出納を無麻酔で、麻酔下300IU/kgのヘパリン注射後、鼠蹊部皮下脂肪の血圧、血流量、脂肪からの静脈血 plasma FFAを測定した。

$T_a=10\sim 35^\circ\text{C}$ での直腸温はCONTで高く、 $T_a=5^\circ\text{C}$ では低下した。CAでの低下は目立たない。 $\bar{T}_s$ はCAで常に高く、CONTで常に低い。常温での $\dot{V}_{O_2}$ はCAで最大(11ml/kg $\cdot$ min)、CONTで最小(8ml/kg $\cdot$ min)、NE、INEの値は、ほぼその中間であった。下限の臨界温度は、CA：15°C、CONT：25°C、NE、INEはほぼ20°Cであった。

鼠蹊部皮下脂肪の重量はNE、INE群で大きく15g、CONTでは9.5g、CAで9.0gと小さかった。麻酔直後の動脈血 plasma FFAは、処置群で250 $\mu\text{Eq}/\text{L}$ 、CONTで160 $\mu\text{Eq}/\text{L}$ だが、CAは260 $\mu\text{Eq}/\text{L}$ と高い。皮下脂肪への血流量、血圧は、NE、INEでやや高く、また、脂肪からの静脈血 plasma FFAは、CONT：0.8、CA：1.2、NE、INE：3.0mEq/Lと著しい差があった。Norepinephrine注射時、脂肪への血流量、血圧は上昇し、血管抵抗は減る。Isoproterenolでは、これらは共に下降するが、変化の割合はCONTで最も著しい。しかし、いずれの場合も静脈血 plasma FFAは増加した。カテコールアミン処置による寒冷馴化のシミュレーションには、脂肪からFFAを遊離させる機構が強く関与するものと考えられる。

### 390. 寒冷馴化ラットの腺外分泌および胃液分泌機能亢進。原田悦守、菅野富夫（北大、獣医、

生理)

長期低温飼育室を使用して、+1°C で約2箇月間飼育したラットの膵消化酵素と胃液の分泌機能を常温飼育群のそれら機能と比較した。Urethane 麻酔下で pancreozymin (Pz : Boots 社) を大腿静脈内に持続投与(0.75 C. H. R. u./hr)すると、膵液量は常温群で約2倍、低温群で約4倍に増加した。この時の消化酵素放出量を総蛋白質量(Lowry 法)で比較すると、常温群で約2倍、低温群で約5倍に増加し、90分間の総量を比較しても、低温群の値は常温群の約4倍に増加していた。更に高濃度の Pz (0.5 C. H. R. u./0.5 ml) を急速注入しても、ほぼ同様の結果が得られた。

迷走神経刺激効果を検索するため、insulin (0.3 i. u./100 g body wt.) 投与を行なうと、膵液量は約60分後から増加し始めて90分で約2倍となったが、両群間に有意な差は認められなかった。しかし、蛋白質放出量は低温群の方が常温群よりも約2倍多かった。

胃液分泌を Shay ら (1954) の方法にしたがって比較すると、胃液、胃酸量(3時間総量)共に対照値では両群に差が認められなかったが、insulin (0.3 i. u./100 g body wt) 投与後の低温群の胃液と胃酸の総量は常温群総量の2~3倍に相当した。

以上の結果から、Pz による膵消化酵素放出反応は寒冷馴化によって亢進することが明らかとなり、insulin 誘発迷走神経刺激の効果は寒冷馴化によって膵外分泌のみならず、胃液分泌も亢進することが推測された。

**391. 3,000 m 低圧負荷によるマウスの発生異常.** 本山十三生, 水上哲太郎, 米村 勇\* (信州大, 医, 順応医研, 生理・信州大, 医, 法医\*)

生後60~70日の雌マウスを雄マウスと同居させ、翌朝臍栓の認められた個体を妊娠0.5日目と見做し、妊娠0.5日, 3.5日, 5.5日, 7.5日, 9.5日, 11.5日, 13.5日, 16.5日群に分け、それぞれの妊娠日令に1回だけ、3,000 m の低圧に6時間暴露し、18.5日目に妊娠マウスを開腹して、胎仔に対する低圧の影響をみた。

同腹仔数, 着床数は各低圧群とも対照群と差がなかった。發育不良仔は3.5日群, 5.5日群に多かった。着床痕, 胎盤残遺, 浸軟胎児の数および生

存仔の外部異常は対照群と差を認めなかった。しかし、総着床数に対する着床痕, 胎盤残遺, 浸軟胎児, 外部異常の発生率を総合すると、5.5日, 7.5日, 9.5日, 11.5日, 13.5日の各群での発生率は有意の差をもって対照群よりも多かった。

骨格の異常については3.5日群に上後頭骨, 胸骨, 中指骨, 踵骨, 5.5日群に仙尾椎数, 7.5日群には中指骨, 踵骨, 11.5日群には肋骨, 胸骨の異常がそれぞれ認められた。

以上の結果から、3,000 m という比較的軽度の低圧がマウスの発生に影響をおよぼすといえる。

**392. 長期間低圧環境暴露ラットの循環血液量と臓器重量の変化.** 万木良平, 坂口栄一, 秋山明子 (航空医学実験隊)

低圧 chamber を用いて、1群5頭7群のラットを高度5,486 m (18,000 ft, 380 mmHg) 相当の低圧, 20+1°C の環境に2週間暴露しつつ、標準固型飼料と水を十分に与えて飼育し、飼育中における体重, 胸腹部内臓重量, 全身 Na space (24時間値) <sup>51</sup>Cr 標識赤血球による循環血液量, 循環赤血球量, 循環血漿量, 全血・血漿・血球比重などを求めた。暴露中の飼育管理, 試料採取は各群を単位として負荷高度を維持したまま、副室を介して検者自らが chamber 内に入って実施した。おもな結果は次のとおりである。

1. 全体重は暴露直後から6日目まで次第に減少し、その後徐々に回復したが、胸腹部内臓重量は全暴露期間を通じて有意の変動を示さなかった。

2. 全身 Na space は4日目を最低として初期に低下し、以後徐々に回復する徴がみられた。循環血液量は6日目までは不変かわずかに減少し、以後急上昇を続けたが、循環血漿量は4日目まで減少し、以後横ばい状態が続いた。循環赤血球量は最初の6日目までは横ばい状態であったが6日目以後急に増加した。血漿の比重は暴露直後4日目まで上昇し、全身 Na space と対称的な経過を示した。Ht 値は最初から増加を続けた。

3. 以上のことから、高所暴露初期に見られる体重減少と水分の変化は皮膚や筋肉に分布する細胞外液の脱失に起因するものと考えられ、また血液の濃厚化をも招来していると考えられる。

**393. ヒマラヤ登山者の急性低圧耐性と高所順化.** 万木良平, 榊原千恵子, 油座信男 (航空医学実験隊)

ヒマラヤ登山隊員を対象として, 日本出発直前と帰国直後に, 低圧 chamber を用いて急性低圧暴露テストを実施するとともに, 登山行動中における毎日の基礎心拍数その他の体調をしらべた。急性低圧暴露テストは 0 m, 4,000 m 相当高度で安静時と運動時 (600 KPM/min, 5分) の, また 6,000 m 相当高度で安静時の換気量, ガス代謝, 心拍数, 血中乳酸量などをしらべた。結果を要約すると次のとおりである。

1. 急性低圧暴露時の換気量は暴露高度に比例して増大したが, とくに低圧環境における運動時の増大量は顕著であった。これに対し酸素消費量は安静時も運動時も低圧の影響をうけることは少なかった。これらは出発前と帰国後で差異はなかった。

2. 心拍数も暴露高度に比例して増大した。登山行動中 (3,800~6,000 m に約45日間滞在) の毎日の基礎心拍数は一時上昇するが2週間で回復し, 下山後は前値以下となった。帰国後の低圧暴露テストでは出発前テストに比し若干低い傾向がみられた。

3. 赤血球数, Ht 値は下山18日目にもかなり高レベルを維持していた。血液乳酸量は帰国後テストで増加量が少なかった。

4. 以上のことから, 心拍数の変化, 赤血球数の増加, 血中乳酸量の変化が順化判定の指標となりうるし, 出発前低圧暴露テストにおける換気量と心拍数の適正なる代償性増大反応が高所適性判定のめやすとなりうると思った。

**394. Hypodynamics 時の代謝・内分泌系に関する研究 (I).** 佐伯 勲, 中家優幸 (慈恵医大, 宇宙医学研)

人を水浸法で6日間 hypodynamics (h. d.) としたとき諸機能は, 神経系, 内分泌系, 代謝系, 形態上のものいづれも, 一旦変化した後, 前値に復する傾向にある。17 OHCS や adrenaline の排泄ではこの様な経過が速かである。しかし長期の h. d. でその退化現象が問題となる支持組織すなわち筋や骨の機能に関係ある K, Na, Ca 等の動態については, 上の期間では平衡レベルの成立とか

負荷前値への復帰という様ないわゆる適応ないし再適応過程の表現を見出し難い。この場合はより長期の観察が必要で, ラットを懸垂固定して hypokinetic (h. k.) とし, 5週間にわたり上記無機質の消長等を測定し, 一方2, 4週の終りに殺した動物の骨格筋・心筋・肝・血液・脳等の K, Na の全量ならびにこれらの O<sub>2</sub>-uptake を測り適応への諸位相における代謝内分泌系を追究した結果, Kでは排泄値は上昇して第3, 4週で plateau を生ずるが, h. k. 5週目に元のレベルでの平衡が達せられる事, この間2週後に O<sub>2</sub>-uptake の上昇が, 4週後に筋中K値が低下する事が, また Na では第3週でえられた高レベルの plateau が5週末まで続き, Ca では全く平衡レベルが達せられない事がわかった。また normodynamics への再適応には K, Na 夫々3週を要し, Ca では4週以上を要する。したがってこの条件での適応過程の検討の上に K によい parameter である事, Ca の場合はより長期の追究を要する事が明かとなった。

**395. 食品添加物の生体への影響.** 高橋 誠 (千葉短大, 生物)

食品添加物の1例として NaNO<sub>2</sub> の生体への影響について現在までに解明された点を報告すると次の如くである。

I. NaNO<sub>2</sub> の最大使用量 (0.005 g/kg) とその急性毒性。

i) 急性毒性の動物実験例, 1例によると, LD<sub>50</sub> = 85 mg/kg (亜硝酸基として LD<sub>50</sub> = 56.7 mg/kg) (ラット, 経口)

ii) 成人の食品摂取と体重に換算した例。成人が1日に NaNO<sub>2</sub> を含む食品を 300 g とった場合亜硝酸基として体内に 21 mg 残存すると仮定して, 体重 50 kg でラットの LD<sub>50</sub> に換算すると, 1/135 となり, 安全である。

II. 発ガン性ジメチルニトロソアミン [(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NNO] の生成について。

肉食品中にて NaNO<sub>2</sub> と2級アミンとの反応で生成されるジメチルニトロソアミンの存在の危険について, 現在までのところ国立予衛研などの調査では数種の市販品については検出されなかったという。しかし, これは 1 ppm までであり 0.1 ppm 以下については検出法に研究の余地がある。さらに最近, 植物食品中にも天然にて NaNO<sub>2</sub> の

存在が知られ、これが人の胃内にて肉類と反応してジメチルニトロソアミンを生成する可能性もある。

り、この面の研究は未知であり、今後の課題として残る。

### 30. 内分泌・生殖 (396—418)

**396.** 中隔野, 脳幹網様体の電気および浸透圧刺激に対するネコ視索上核神経分泌細胞の単一放電応答. 河南 洋\*, 山下 博(自治医大, 第二生理\*・神戸大, 教育, 生理)

視索上核の神経分泌細胞の電気活動に及ぼす神経性要因間, および体液性要因との関係を検討した. ネムブタール麻酔半側除脳ネコを用い, 下垂体後葉刺激により逆行性に同定した神経分泌細胞は, 中隔領野の単一刺激により, 潜時 20 msec のスパイクと 100 msec におよぶ自発放電の抑制を示した. この抑制は誘発スパイクの有無にかかわらず, 検索した80%の細胞に見られ, 10 Hz の連続刺激に対しても見られた.

脳幹網様体単一刺激では, 潜時 10~30 msec のスパイクと約 100 msec におよぶ自発放電の変化がみられ, 50%の細胞では促進, 25%の細胞では抑制であった. 連続刺激でも同様の結果を示した. また, 約半数の細胞は中隔野と脳幹網様体の両刺激に反応した.

頸動脈より注入した 1 M 高張食塩水 0.3 ml による浸透圧刺激と神経性刺激を同時に与えると, 浸透圧刺激に反応して増加する自発放電は中隔野連続刺激で完全に抑えられた. 脳幹網様体連続刺激では反応の加重がみられた. これらのことより, 視索上核の神経分泌細胞は各種入力を受け, 統合し, 体液性環境により維持されている活動水準を速応的な強力な神経性作用により変化させ, 調節作用を営んでいると考えられる.

**397.** 中隔野ニューロンについて. 山岡貞夫(埼玉医大, 第一生理)

Previous studies have demonstrated that hippocampal-fornix system and septal area are involved in the regulation of adrenal activity and the stimulation of septal area induce ovulation. In our study, intraseptal injection of 4  $\mu$ g dexamethasone abolished diurnal variation of plasma corticosteron, altered vaginal cycles and subsequently blocked ovulation in rats.

The purpose of this experiment was to study the nature of septal neurons and the neuronal correlation between the limbic structures. Single unit activities were recorded in the septum with tungsten microelectrodes in the urethane anesthetized rats. Spontaneous septal unit activities showed a correlation with EEG sleep and arousal, and mean firing rate of septal neurons declined around 7 p. m. when rats were maintained under controlled illumination (14 h lighting, light on at 5 a. m.). The single pulse stimulation of hippocampus produced excitatory unit driving at short latencies (mean latency : 14 ms) in 77/147 units. Inhibition without a prior excitatory phase was seen in 62-147 units. The single pulse stimulation of amygdalla and central gray showed predominantly inhibitory response. Therefore, hippocampal activity may antagonize with the activity of midbrain limbic area and amygdalla for the regulation of the septal activity.

From the evidence presented, it is inferred that the septal area is one of the areas to receive the information from hippocampus, amygdalla and central gray, and subsequently it regulates either ACTH or gonadotropin secretion via hypothalamus.

**398.** 性行動における中脳部網様体とプロジェステロン. 久保勝知, R. A. Gorski\* (兵庫医大, 第一生理・UCLA, Dept. of Anat.\*)

To study the mechanism of progesterone action in facilitating lordosis behavior, the effects of progesterone on the spontaneous neuronal activity recorded from the MRF and its responsiveness to sensory input were investigated in the estrogen (2  $\mu$ g/day  $\times$  3) primed spayed rats. Systemically administered progesterone (2 mg) clearly induced an increase

in MRF neuronal activity. The fact that implantation of progesterone crystals in the MRF increased local activity, while cholesterol did not, suggests that progesterone acts directly on the MRF neurones to facilitate their activity. Moreover, progesterone clearly facilitated neuronal responsiveness to sex-specific sensory stimuli and simultaneously frequently induced cortical EEG sleep, yet did not change the MRF response to non-specific stimuli. Vaginal stimulation induced a specific and prolonged increase in MRF activity after progesterone administration. The MRF may play the role of setting the gain of sex-specific influences which in turn are closely related to the cortical inhibition of behavioral receptivity. Progesterone may selectively facilitate the responsiveness of MRF neurons to sex-related components of sensory input and act to reduce the cortical inhibitory influence resulting in the facilitation of sexual receptivity.

**399. ラット tubero-infundibular-neuron の反回性抑制と反回性促進。** 佐脇敬子, 八木敏治 (自治医大, 第二生理)

Median eminence stimulation depressed spontaneous firings of electrophysiologically identified tubero-infundibular neurons in cyclic rats. With stimulus intensity of 1.2 or 1.5 times that of the threshold for antidromic responses, spontaneous firings were completely depressed for 50~170 ms and recovered to the control rates 100~300 ms after the stimulus. Stimuli with subthreshold intensity also produced the inhibition. Intravenously administered strychnine (0.2~0.5 mg/kg) did not affect but picrotoxin (2.7~5.4 mg/kg) blocked the inhibition. The results demonstrate the existence of a strychnine-resistant and picrotoxin-sensitive recurrent inhibition.

Subthreshold stimuli for antidromic responses produced an increase in excitability between two phases of inhibition. With stimulus intensity beyond the threshold the facilitation

disappeared and a long lasting inhibition remained. The facilitation was not affected by either strychnine or picrotoxin. Latency and duration of the facilitation after picrotoxin ranged 25~50 ms and 40~75 ms respectively in 5 units. After picrotoxin median eminence stimulation induced grouped discharges following an antidromic spike in the units that had responded in one to one fashion to the stimulation. It is concluded that the tubero-infundibular system includes a recurrent neural circuit for facilitation which is normally depressed in part by a picrotoxin-sensitive mechanism.

**400. 視床下部ニューロン発射頻度の周期的変動の要因について。** 斎藤英郎, 菊池明江, 川上正澄\* (神奈川県, 衛生短大, 生理・横浜市大, 医, 第二生理\*)

**401. 第三脳室周囲層ニューロンの神経内分泌機構への関与について。** 佐久間康夫, 川上正澄 (横浜市大, 医, 第二生理)

発情期前の Wistar 系ラットを用い, organum vasculosum laminae terminalis をはじめとする第3脳室周囲層 (PVA) ニューロンの正中隆起部 (ME) との機能的関連および微小電気泳動法による各種ホルモンの投与に対する反応を調べた。記録された単位放電のうち, 68のユニットは弓状核 (ARC)-ME の刺激に対し 2.4~27 msec の一定の潜時で駆動され, autocancellation を示すなど逆行性興奮の所見が認められた。19ユニットは順行性に駆動された。逆行性に駆動されるユニットは, 3.5 msec 以下の間隔で与えられた2発連続刺激によって B-spike の抑制を起こした。A-spike の振幅は変化しなかった。10~100 Hz で与えた連続反復刺激は逆行性に駆動されるユニットの自発活動を抑制した。これに対し順行性に駆動されるユニットは反復刺激後ほぼ同一の時間経過で自発活動の促進を起こした。これら2種のユニットは, 時として同一部位から同時に記録され, 近接して存在することを思わせた。逆行性に駆動される48ユニット, 順行性に駆動される17ユニットに対して LH-RH, LH, FSH, TRH およびプロラクチンの微小電気泳動投与を行ったところ, 何れの

ホルモンに対しても逆行性に駆動されるユニットのうち10~25%が促進または抑制の反応を示した。順行性に駆動されるユニットでは反応はみられなかった。特に LH に対しては促進反応を示すニューロンが大多数であることは、ARC-ME ニューロンにおけるわれわれの観察と相異しており、下垂体前葉調節において、PVA の有する特異性が示唆された。

**402. 雄ラットにおけるレゼルピン, 6-OHDA, L-DOPA および 5-HTP 投与の性腺発育におよぼす影響.** 松山 茂 (農林省, 家畜衛試)

性成熟途上にある6週齢の雄ラットに、レゼルピン(0.5mg ずつ隔日8回腹腔内)または6-OHDA(400 µg 1回第三脳室内)を投与して、64日齢および76日齢における生殖器の発育状態を剖検により調べた。その結果、モノアミン含有ニューロンの機能を抑制するレゼルピン投与群の性腺および副性器の発育は、カテコールアミン含有ニューロンのみの機能を抑制する6-OHDA 投与群のそれよりも劣っていた。

次にレゼルピン(0.2mg)とともに、中枢にセロトニンを補給する目的で5-HTP(2mg)を、またカテコールアミンを補給する目的でL-DOPA(2mg)を10日間連日投与して、64日齢における生殖器の発育状態を調べた。その結果、レゼルピンとともに、5-HTPを投与した群の生殖器の発育が最もよく、レゼルピン単独投与群のそれが最も悪かった。これらの結果は、セロトニン含有ニューロンはゴナドトロピン分泌に対して抑制的に働くという Kamberi らの説を肯定するものではなかった。しかし本実験における材料、方法その他にもなお多くの問題は残されており、これら矛盾する結果を生ずるに至った原因については、今後さらに追求したい。

**403. ニホンザルの月経周期および性腺摘除後の血中 LH 動態について.** 林 基治, 大島 清, 山路 徹\*, 島本和明\* (京大, 霊長類研・東大, 医, 第三内科\*)

Pattern of the plasma levels of luteinizing hormone (LH) during normal menstrual cycle and their response to gonadectomy were characterized in Japanese monkey (*Macaca f. fuscata*).

LH concentrations were determined by means of a heterologous radioimmunoassay system reported by Niswender et al. (Endocrinology 88:1327, 1971). Cytological examination of vaginal smear as well as laparoscopy was performed and compared with the change in plasma levels of LH.

In intact females, an abrupt rise in the plasma LH levels was observed 16~17 days prior to the menses. The duration of LH surges was only one day. The small secondary rise was also noted 2~4 days after the midcycle LH peak. In the vaginal smear, the superficial cells were predominant (80~90%) on the midcycle and the intermediate cells increased in the late luteal phase and then gradually decreased in the early follicular phase of the cycle.

The gonadectomy resulted in the increase of LH levels on the 6~8th day after the operation. The levels continued to rise until they reached a plateau about 20 days later. In contrast, the intermediate cells in vaginal smear gradually increased from the 20th until about 50th day after gonadectomy.

**404. 成長ホルモンとプロラクチンの合成, 分泌両機能とアルギニン.** 家入蒼生夫, 山本 清\* (独協医大, 内科, 内分泌科・群馬大, 内分泌研, 生理\*)

下垂体前葉への標識アミノ酸の取り込みと、disc電気泳動による下垂体蛋白の分画を組み合わせ、GHとprolactin(PRL)の合成と分泌の機能を測定し、L-arginine(50mg/100g体重)の腹腔内1回注射およびmediumに直接加えた場合の作用について研究した。Arginineは、in vivo, in vitroのいずれにおいてもGHの合成、分泌両機能に影響を与えなかった。PRLに対しては、in vivoで分泌機能を著明に促進し、in vitroでは高濃度で合成機能を明らかなに抑制した。以上GHについての結果は、ヒトをはじめウシ、ブタ、ヒツジなどについて報告された結果とは著しく異なり、著明な種族差があることを示す。また、PRLに関して、arginineの下垂体前葉への

直接作用が抑制的であるにもかかわらず, *in vivo* では促進的であることは, *in vivo* での視床下部を通ずる下垂体前葉への促進作用が優越するためと考えられる。

**405. 卵巣 20 $\alpha$ OHS DH 活性および下垂体 prolactin におよぼす食質の影響.** 片山吉穂, James H. Leatham\* (大阪市大, 家政, 栄養生理・Rutgers Univ., B. B. R.\*)

For the purpose of investigating the effects of the various kinds of protein in diets on endocrine organs, the rat ovarian 20 $\alpha$ OHS DH activities and contents of prolactin and STH in pituitary gland were measured. Animals used in the study were female rats of Sprague-Dawley strain weighing 180~210 g. These rats were divided into 4 groups and animals of each group were fed 20% casein diet, 20% wheat gluten diet, 20% gelatine diet and protein free diet respectively for 25 days. The various organs (endocrine organs, uteri etc) were removed, dissected free of fat and weighed. The ovaries were placed in ice-cold medium for homogenization and assayed for 20 $\alpha$ OHS DH activities on the same day. The pituitary glands were homogenized in 2.5 M. urea solution and then these homogenates were evaluated for STH and LTH by acrylamide gel disc electrophoresis (standard LTH and STH for disc electrophoresis was supplied by the Endocrine Study Section NIH).

The diet intake curves plotted against experimental time, indicated a lineal relationship. The intake of 20% gelatine diet was rather less than that of PFD. The final body weights and pituitary weights appeared in a declining order relative to 20% casein, gluten, gelatine and PFD. Similar results were noted with ovary, adrenal and thyroid. The ovarian 20 $\alpha$ OHS DH activities tended to increase in order of casein, gluten, gelatine and PFD. On the PFD, this activity was the highest in the ovaries of rats fed each diet. There were significant difference between casein and PFD

gluten and gelatine; gluten and PFD, respectively. The prolactin concentration in pituitary gland was influenced by diet when measured at diestrus but STH was not changed.

**406. Snell-Bagg pituitary dwarf** マウスによる胸腺-脳下垂体系に関する研究. 大河内英作, 辻 繁勝, 松下 宏 (和歌山医大, 第二生理)

Snell-Bagg 侏儒症マウスは遺伝的に脳下垂体の STH や TSH 産生細胞を欠きいわゆる侏儒症を呈する変異マウスであるが, これら侏儒症マウスと同腹正常マウスとを各種臓器の発育について比較検討した結果, 侏儒症マウスでは胸腺を中心とするリンパ系臓器の発育が著しく障害されていた。またこの侏儒症マウスの胸腺を同腹正常マウスの皮下に移植すると, 移植胸腺は再生され3~4週間後には正常マウスの胸腺像を呈した。このことから胸腺の発育, 分化に対する脳下垂体からのホルモン関与が強く示唆されるが, 今回は既知のものとして STH およびサイロキシシン (Tx) について検討した。その結果 STH や Tx 投与でも胸腺や脾臓の絶対重量や相対重量は著しく改善され, ヒト赤血球腹腔内注射4日後の血清 hemagglutinin titer は無処置の侏儒症マウスでは低いが, STH や Tx 投与したものでは明らかに上昇が見られ, STH+Tx 投与群ではほとんど正常マウスと同様の titer を呈するに到った。

以上の結果から STH や TSH 等の下垂体前葉ホルモンも幼時期における免疫臓器の発達, 免疫機能の発現に強い影響をおよぼしていることは明らかである。

**407. 視床下部-下垂体-副腎系と松果体との関連性.** 清水 武, 三重野政広, 古場久代, 山下一邦 (長崎大, 医, 原研生理)

ウシの松果体抽出粗液を成熟した雄性イヌの第3脳室内に注入後, 3日目および10日目に, 副腎皮質ホルモンの分泌に関し中枢性に作用すると考えられている histamine (0.5 mg/kg) の corticotropic effect を観察した。対照としては生理的食塩水を同様に投与した。

松果体抽出粗液注入後, 3日目および10日目の動物では, histamine の corticotropic effect は一過性の強い反応を示したが, 対照に比較して約

33%の抑制が見られた。

さらに、1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  の melatonin を第3脳室内に注入後3日目の動物では、対照として用いた1.6%アルコール食塩水溶液注入群に対する histamine の corticotropic effect は明らかな抑制が観察された。

**408. ACTH の rein control.** 金子正則, 和田さと, 藤枝憲二, 広重 力 (北大, 医, 第一生理)

対光反射や呼吸性心拍反射にみられるように二つの反対方向への刺激を入力とする系において、どちらか一方への刺激だけが応答する現象を rein control と呼ぶ。ACTH 分泌を調節するネガティブ・フィードバック機構に rein control がどのように介入しているかを知るために次の実験を行なった。

ネンブタール麻酔下でラットの静脈内に一定の速度でコルチコステロン (Cpd. B) を注入して、血中 Cpd. B の変動の種々の phase でヒスタミン注射と開腹術のストレスを別個に加えて反応性をみた。いずれの場合も注入開始後血中 Cpd. B 値が急激に上昇する phase と、平衡に達して2時間以上経った phase において反応は抑制された。次に無麻酔下でエーテル開腹術のストレスを加えて視床下部正中隆起部の CRF 活性の経時的変動パターンを調べると、ストレス直後 CRF 値は急激に増すが、血中 Cpd. B が上昇する phase と、平衡に達して2時間以上経った phase で元の低い値まで減少した。この変動パターンは上述のストレスの成績の解釈と基本的に矛盾しない。さらに、血中 Cpd. B が急激に減少する phase では開腹術に対する応答は抑制されなかった。したがって ACTH 分泌のネガティブ・フィードバック調節においてもいわゆる rein control が重要な役割を果しているものと推測された。

**409. ヒスタミン, KCN による副腎皮質ホルモン分泌促進と視床下部.** 松本逸郎, 広瀬妙子, 鈴木達二 (長崎大, 医, 第一生理)

In dogs, in which hypothalamic lesions were placed, the adrenal 17-hydroxycorticosteroid (17 OHCS) secretion in response to KCN (1.0 mg/kg, iv) and histamine (0.1 mg/kg, iv) was

evaluated.

In dogs with lesions of the median eminence, the adrenal 17-OHCS secretion in response to cyanide anoxia and histamine was significantly smaller than that in intact dogs. However, in dogs with supramammillary lesions and in dogs with dorsomedial hypothalamic lesions, the adrenal 17-OHCS secretion in response to histamine was not significantly different from that in intact dogs while the adrenal cortical secretory response to cyanide anoxia was significantly suppressed.

**410. ウサギ副腎皮質分散細胞分画の試み.** 安倍紀一郎 (長崎大, 医, 第一生理)

トリプシンで分散した生後30~40日目の雄ウサギ副腎細胞を、0.3%から6%の濃度勾配アルブミンのカラム上に重層し、4°C で90分間放置後、6本に分画した。これらの細胞画分を Krebs-Ringer 液で洗った後、<sup>14</sup>C-コレステロールおよび ACTH を加えインキュベイトした。生成されたコルチコイドを薄層クロマトグラフィーで分画し、コルチコステロン (B), コルチゾール (F) およびアルドステロン (Ald) 画分に含まれる放射能を測定した。この結果、B の放射能を1とした場合、F の値は比重の大きい細胞画分より小さい細胞画分にむかって、順に1.07, 0.85, 0.62, 0.45, 0.29, 0.27 と、また Ald 画分の値も同様に 0.35, 0.27, 0.32, 0.22, 0.15, 0.12 と低下した。またコントロールとして、分画細胞を含むアルブミンと同一濃度のアルブミン溶液で、分画前の細胞を処理後、インキュベイトした。この場合、B, F および Ald の生成比は、アルブミン濃度にかかわらず、ほぼ一定であり、B の値1に対してFは約0.37, Ald は0.22となった。この実験からはBおよびFが異なった細胞で生成されるのか、同一の細胞で生成されるのか確立できなかった。しかしながら、同一の細胞において生成されるとしても、その生成する割合が異なった種々の細胞がウサギ副腎皮質に存在することが明らかとなった。

**411. 副腎髄質ホルモン分泌機能と放射能.** 三重野政広, 清水 武, 天野彰夫, 山下一邦 (長崎大, 医, 原研生理)

イヌを用い、副腎髄質ホルモン分泌の中枢性機序に対する放射線の影響を観察した。頭部に200 R~800 RのX線照射を行なったが、頭部X線照射のみでは、副腎静脈血中に分泌されるカテコールアミンの増加はみられなかった。そこでX線照射後2日目において、カテコールアミン分泌に関与する中枢神経系のインシュリンに対する感受性を調べた。200 R照射後2日目では中枢のインシュリンに対する感受性は低下し、800 R照射後2日目では、反応時間の遅延がみられたが、分泌量は持続性の傾向にあった。また、副腎髄質の放射線に対する影響をみるために、副腎部位に200 R~5000 RのX線を照射して同様の実験を行なった。副腎部位X線照射のみでは、副腎カテコールアミンの分泌に変化はみられなかった。そこで、X線の照射を受けた副腎髄質のアセチルコリンに対する感受性を調べたところ、2,000 R以下のX線を照射された群では、アセチルコリンのカテコールアミン分泌効果はほとんど影響をうけず、2,000 R以上の照射群ではアセチルコリンに対する感受性は著明な抑制がみられ、2,000 Rでは48%、5,000 Rでは51%の抑制率を示した。

#### 412. 甲状腺機能の系統発生と個体発生. 山本清 (群馬大, 内分泌研, 生理)

系統発生から見ると、甲状腺ホルモン合成の機能は無脊椎動物から認められる。しかしこの段階では、ホルモンを含む硬蛋白が主として体表で合成され、ホルモンは利用されない。原索動物は、甲状腺の相同器官(内柱)をもつが、そのホルモン合成機能は弱く、主として鰓で小分子(3~8 S)のヨウ素蛋白が合成され、それに含まれるホルモンの利用は明らかでない。下等脊椎動物(無顎類)は、幼生期に内柱を、変態後に甲状腺をもち、内柱では主として小分子のヨウ素蛋白を、甲状腺では thyroglobulin (19 S) を合成する。以上の系統発生の経過は、個体発生で繰返される。発生初期のオタマジャクシは、体表、消化管、甲状腺原基(咽頭上皮)で、はじめ小分子(3~8 S)次いで大分子(15~17 S)のヨウ素蛋白が合成されるが、これら分子は難溶性で、ホルモンの利用は疑わしい。幼生期の末期に甲状腺の形態が整うと同時に、はじめて thyroglobulin の合成が急が高まり、ホルモン利用が明らかとなる。

以上の所見から、甲状腺に最も本質的な機能は thyroglobulin の合成であり、thyroglobulin は、甲状腺ホルモンの合成、貯蔵、分泌に最も適した形の蛋白であろうと考える。

#### 413. 脳下垂体に対する甲状腺ホルモンの negative feedback 作用. 鈴木光雄, 掛川忠雄, 松崎 茂 (群馬大, 内分泌研, 生理)

Two weeks after thyroidectomy, plasma TSH level of male rats was increased about 10 fold, accompanying a slight increase in the pituitary content. The elevated plasma TSH level was abruptly decreased to nearly normal level 6 hr after i. p. injection of L-T<sub>4</sub> (24 n moles per 100 g body wt.). However, plasma prolactin, LH and FSH levels were not changed by the hormone administration. The conspicuous negative feedback effect of L-T<sub>4</sub> took place apparently without latent period which is characteristic of thyroid hormone action. Graded doses of L-T<sub>4</sub> and -T<sub>3</sub> i. v. injected to thyroidectomized rats showed gradual suppression of the elevated plasam level, and concentrations required to reduce it to half were 25 and 3 n moles per 100 g body wt., respectively. If we assume that L-T<sub>4</sub> (25 n moles) inhibits completely pituitary TSH secretion, a half life of plasma TSH in thyroidectomized rats would be 60 or 135 min which was much longer than that so far reported. D-T<sub>4</sub> showed a similar negative feedback effect though it was not so distict as that of L-T<sub>4</sub>.

#### 414. 甲状腺ホルモン(トリヨードチロニン)の脂質、糖質代謝におよぼす周期性作用. 黒島晨汎, 土居勝彦, 倉橋昌司 (旭川医大, 第一生理)

ネズミにトリヨードチロニン(T<sub>3</sub>), 100 γ/100 g を皮下注射して、血中遊離脂肪酸(FFA), グルコース濃度への効果を検討した。血液はキシロカインで局麻した尾の切断端より継時的に採集した。温暖飼育ネズミでT<sub>3</sub>は血中FFA濃度を3~6時間後に上昇させた。しかし12時間後には注射前のレベルに戻った。その後12時間毎に上昇、下降を繰り返した。血糖値は12時間後に上昇し、36時間

後までそのレベルを維持し、その後やはり12時間毎に下降、上昇を反復した。その際 FFA とグルコースの変動は互いに逆の関係にあった。これらの効果は72時間後まで消失した。寒冷馴化動物でも本質的に同様の現象がみられたが、早期の6時間後にすでに、FFA、グルコースともに上昇を示した。しかし FFA の上昇は小さかった。レセルピンによってこのような効果は阻止されなかったから、カテコールアミン以外の機転が関係していると考えられる。T<sub>3</sub> の効果は 25  $\gamma$ /100 g, 6.25  $\gamma$ /100 g でも認められたが、その程度は 100  $\gamma$ /100 g に比較して小さかった。

ホルモンのこのような周期性作用は、T<sub>3</sub> に関しては勿論、他のホルモンにおいても報告されていない興味ある知見であり、その生理的意義、機序についてさらに検討中である。

#### 415. アロキサソ初期高血糖と交感神経遮断。

安光千年, 松岡陽子, 田中育郎 (熊本大, 医, 第一生理)

アロキサソを投与すれば、低血糖の前に高血糖をみるが、このアロキサソ初期高血糖の原因として、副腎髄質ホルモン分泌増加が考えられていた。鈴木ら (1951) は、このホルモンの分泌速度を直接測定して、高血糖の時期には分泌増加がなく、次の低血糖の時期に分泌増加のあることを確めて、髄質ホルモン原因説を否定した (日本生理誌13, 28頁)。それでも、交感神経終末からのカテコールアミン遊離が、このアロキサソ初期高血糖の原因ではないかとの疑問が生じる。そこで、この疑問を解くために、6-ハイドロキシドパミンを投与して、交感神経終末の大部分が変性して再生にいたらないと考えられる時期を狙って、アロキサソを投与して検討した。結果は、初期高血糖を観察することができた。したがって、交感神経が関与せずとも、アロキサソ初期高血糖は起こり得ることが判った。現在、 $\beta$ 遮断薬、レセルピン、あるいはチラミンで処置した動物について、検討中であるが、上記の結論を固める方向に傾いているようである。

416. ヘキソキナーゼ、乳酸デヒドロゲナーゼ、グルコース-6-リン酸デヒドロゲナーゼに対するインシュリンおよびハイドロコルチゾンの効

果とストレプトゾトミン糖尿病ラットにおけるこれらの酵素の変動について。村上元, 栖原六郎, 柿下俊三, 谷口千春, 宮沢政江, 佐野彰信, 渡辺浩\* (日大, 松戸歯, 生理・神奈川歯大, 口腔生理\*)

In our previous studies, we reported that hexokinase (HK) activity in the submaxillary gland much higher than that in other organs examined (brain, spleen, kidney, skeletal muscle and liver), while lactic dehydrogenase (LDH) activity was much less than in any of the other organs examined. Furthermore, the appreciable activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDH) and 6-phosphogluconate dehydrogenase (6PGDH) was found in the gland.

In the present experiment, we have examined what influences are caused in those enzymes activities by administration of hydrocortisone or insulin. Administration of hydrocortisone was little effective in those enzyme activities, while that of insulin caused little decrease in the activity of HK or G6PDH. On the other hand, it caused increase in the activity of HK or G6PDH in vitro.

In the streptozotocin-induced diabetic rats, not only weight of the submaxillary gland depressed in comparison with that of control rats, but also the activity of HK, LDH and G6PDH in the submaxillary gland decreased.

417. Kallikrein 分泌機構に関する研究。村上長雄, 太田節子, 川井浩 (三重大, 医, 第一生理)

血漿 kallikreinogen (KG) レベルは vagus 刺激または acetylcholine 筋注で上昇した。

Sinomenine 投与も血漿 KG レベルを上昇させたが、この上昇は atropine 前処置または vagus 両側切断により抑制されなかった。一方 Jones たちは総頸動脈閉塞処置解除後下肢骨格筋血管床の血流増大を認め、その因を histamine 遊離増大に帰しているが、われわれの実験でも両側総頸動脈閉塞処置解除後大腿静脈から採血した資料で vagus intact または両側切断のいずれにおいても血漿 KG レベルの上昇を認め、vagus を介さな

い histamine 遊離増大による血漿 KG レベルの上昇が推測された。

大腿神経切断中枢端または末梢端いずれを刺激しても、同側大腿静脈から採血した資料の血漿 KG レベルは上昇したが、後者は beta 遮断剤による前処置で抑制された。

また、proterenol 静注で血漿 KG レベルの上昇が認められるが、これは両側 vagus 切断または atropine 前処置で抑制されなかった。

その他、大腿動脈閉塞処置解除後に同側大腿静脈から採血した資料の血漿 KG レベルも上昇した。

以前 kallikrein の histamine の相加作用について報告したが、恐らく血管拡張に関与する物質は単独でのみ作用するだけでなく、互いに影響しあって効果を相加することが多いと考えられ、またそれらの分泌には循環中枢を介する神経反射が関与するのではないかという可能性が推測された。

#### 418. Angiotensin II のウサギ肝 cyclic 3, 5 AMP におよぼす影響. 樹村純生, 高島慎助, 村上長雄 (三重大, 医, 第一生理)

ウサギにおいて angiotensin II による血糖増加機序を説明するために、肝-phosphorylase a 活性をしらべたが、該活性は angiotensin II で影響を受けなかった。今回は、更に検討を加えるために angiotensin II の肝 cyclic 3, 5 AMP にお

よぼす影響についてしらべた。又、同時に、肝-phosphorylase a 活性および肝-glycogen 量の測定も試みた。

方法としてウサギに 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  の angiotensin II を静注して30分後の血糖増加期にpentobarbital sodium (20 mg/kg) で麻酔して肝を摘出し、直ちに acetone-dry ice で凍結した。1) Rall & Sutherland (J. Biol. Chem., Vol. 232, 1065 (1958)) の方法を用いて、肝 cyclic 3, 5 AMP の抽出を行なった。この cyclic AMP 産生量は Krebs ら (J. Biol. Chem., Vol. 234, 2867 (1959)) の方法で測定した。一方、2) 肝-phosphorylase a 活性は Shimazu & Aoi (Biochem. Biophys. Acta., Vol. 165, 335 (1968)) の方法で、3) 肝-glycogen 量は Mekanik ら (Metabolism., Vol. XV, 641 (1966)) の方法でしらべた。

結果として 1) 肝-cyclic 3, 5 AMP 産生量は  $27.4 \pm 8.4$  pmole/mg protein/min ( $p < 0.1$ )。2) 肝-phosphorylase a 活性は  $22.0 \pm 1.9$  mu ( $p < 0.3$ )。3) 肝-glycogen 量は  $6.1 \pm 1.7$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  protein ( $p < 0.3$ ) を示し control に比して有意の差は認められなかった。

総括として、angiotensin II による血糖増加は、前回の結果と同様に肝における glycogenolysis の促進の結果で起るものではなく、糖新生の促進か、または糖の組織への取り込みの抑制かにより起るものと考えられた。

## 31. 体力・運動・疲労 (419—434)

#### 419. 理想体重の考え方について. 小野三嗣 (東京学芸大, 運動生理)

糖尿病や高血圧などの疾病異常と肥満度の関係に関する研究や体脂肪は循環負担を増大する以外何の意味も無いというような単純な推論などから肥満が健康上有害という観念が通念化される傾向がみられる。そしてアメリカのメトロポリタン生命保険会社の体格別死亡危険度に関する統計や加齢にともなう体脂肪率の増加傾向に関する研究がそれに拍車をかけ、さらに肥満児の成人肥満への移行確率の大きさを理由として、発育初期から肥満抑制に関心を集中することの重要性が説かれている。

Keys は 1972 年過体重や肥満が心筋硬塞など冠硬化性疾患発生の原因たりうるのはアメリカ人や南ヨーロッパ人であって、北ヨーロッパ人にはあてはまらないことを指摘し、この問題では人種差が関係することを強調しているが、日本人に関する体格別死亡危険度の統計がアメリカと異っている点への関心がうすい。

演者自身の人体実験からは身長 159 cm でいわゆる標準体重といわれる 55 kg より遙かに多い 62~66 kg が理想もしくは許容範囲と推定される結果をえたが、兵庫県下約 9 万人の小・中・高校生の肥満度と持久性などの身体活動力との相関から、特に小学校では肥満よりいそいその方を警戒

すべきだという結論がえられた。

#### 420. 登山における重量負荷と速度とについて。伊藤秀三郎，富松京一（早大，教育，体育）

私共は登山（特に負荷のある形態）を前提として，登山時での重量負荷とその速度との関係を，エネルギー代謝率，毎分当りの酸素消費量，呼吸量を指標として検討した。

実験期間は，昭和48年10月29日より11月13日までで，場所は本学教育学部（16号館）北側の155段階（1段の高さは18cmで，長さは28cmである）で，階段登りを登山の代りに選んだ。

被験者は，本学部体育学専修の男子学生2名で，登山速度は遅め，普通そして速めの3段階で，数的には1段当りの時間は約1.3，0.8および0.6secで，負荷重量は0，10，20および30kgで，キスリングを使用し，負荷をつめた時縦30cm，横70cmおよび高さ40cmにもおよんだ。

呼吸ガスはダグラスバックに採集し，運動時の採気時間は登山開始から終了までで，回復時のそれは登山終了後より，心拍数が登山開始以前の状態に戻り一定値が示されるまでとし，その回復時の決定には，被験者の答申をも参考にした。

使用ガスメーターは，乾式標準型ガスメーター3燈用（品川製作所製）で，分析器は労研式小型呼吸ガス分析器（柴田化学器機工業株式会社製）であった。

実験結果-1) 登山速度は重量負荷に左右される。2) 定常状態で登山するには，普通以下の速度が良い。3) 重量負荷，登山速度が大きくなれば，指標総て大きくなる。

#### 421. 呼吸循環機能からみた20分走 training の効果。芝山秀太郎，江橋博（体力医学研，生理）

壮年者に規則的な身体運動の training を課した場合の機序について明らかにしようとした。被験者には30～47才の健康な男子6名を選び，壮年者にみられる training 効果の内容と training 効果発現の時期について，生理的機能の変化の pattern から検討した。Training 法は treadmill 走とし，負荷強度はスピードを  $\dot{V}O_{2max}$  の2/3，傾斜3°，時間20分，頻度1日1回週5日そして期間を1年とした。

Training にともない15週前後で安静時心拍数が5～6拍の低下，また20週前後で赤血球数と血液飽和指数の上昇，および血中総 cholesterol の低下があらわれた。

運動負荷にたいする適応は，training 開始後10ないし15週で換気効率や酸素摂取量にあらわれ，血中乳酸濃度も低下の傾向を示した。15ないし20週では呼吸数変化も運動にたいする適応のあらわれたことを示した。一方，心拍数変化の training 効果は10週前後と比較的早い時期に出現した。

しかしこうした生理的機能の変化は，その後58週をこえる training の継続によっても，特長ある規則性を見出すまでにいたらなかった。

以上の実験成績から，壮年者にたいする身体運動の training は，20週の規則的の回復によって十分な効果発現が期待され，それ以降はその training 効果維持に役立つものと考察した。

#### 422. Prolonged exercise 時の循環系反応。

江橋博，芝山秀太郎（体力医学研，生理）

持久性運動能力の解明とそれを制限する因子を明らかにするため，鍛練者と非鍛練者各3名を用いて， $\dot{V}O_{2max}$  の70%の負荷で road work と treadmill work を1時間以上行ない，そのときの血液，循環呼吸系の反応に注目した。その結果次のような結論をえた。

1. 1時間以上の持久性運動に際しての循環系反応をみると，鍛練者では運動開始と同時に高い心拍レベルに達し，毎分180拍動で運動を持続すること，また血圧反応などから推察すると鍛練者では循環系の capacity が大きいことが考えられた。しかし非鍛練者では心拍数が毎分170拍動を越えて1時間以上の運動を持続することはできなかった。

2. 持久性運動開始後20分を境にして，鍛練者，非鍛練者に酸素運搬効率や呼吸効率に著明な差がみられること，また心拍数増加の grade も20分時から顕著な差が現われることなどから考えると  $\dot{V}O_{2max}$  の70%前後で1時間以上の運動を持続させたとき，運動開始後20分を経過してもなおかつ生理的機能レベルが効率よく保てるか否かが持久性能力を制限する因子の一つであると考えた。

**423. 心拍応答による若年者の持久力評価について.** 石河利寛, 青木純一郎, 吉田敬義 (順天堂大, 体育, 運動生理)

成人の心拍応答による持久力評価と若年者のそれとの差を検討するために,  $\dot{Q}$  を中心とした最大運動に対する循環反応を10才男子10名, 男子学生19名およびバスケットボール選手11名を被験者として比較した. 自転車エルゴメーターを用いて漸増負荷による最大運動での  $\dot{V}O_2\text{max}$  は少年が1.331/min, 一般成人 2.791/min および鍛練者 3.121/min であった.  $\dot{Q}\text{max}$  はそれぞれ 10.11/min, 18.71/min, 20.51/min,  $SV\text{max}$  は 52 ml, 99 ml, 111 ml,  $(a-\bar{v})O_2$  差は 13.1 vol%, 15.2 vol%, 15.2 vol% であった. 一定の  $\dot{V}O_2$  に対する少年の  $\dot{Q}$  は成人よりも約 1~2 l/min 低く, hypokinetic circulation の現象を示し,  $\dot{V}O_2$  増加に対する少年の  $\dot{Q}$  の依存度が成人よりも低いことが考えられた. また,  $(a-\bar{v})O_2$  差は一定の  $\dot{V}O_2$  では成人の値よりも高い傾向にあった.  $\dot{V}O_2\text{max}$  の%に対する心拍応答は成人と少年とでは差がなく,  $\dot{Q}$  および  $SV$  は少年が有意に低い値を示した. また,  $(a-\bar{v})O_2$  差は成人の値よりもわずかに低く, 少年の Hb 濃度, 拡散能力,  $O_2$  結合能力の低さと関連すると思われた. このように運動に対する循環反応は成人と少年とでは異なっていることから, 少年の持久力評価を成人と同様な方法で心拍応答のみから行なうことは疑わしい.

**424. 心臓の収縮期と弛緩期からみた運動強度.** 渡辺俊男 (横浜国立大, 運動生理)

運動負荷に対する心臓の応答様相を心電図から解析し, 循環機能の検討を試みた.

実験は, 健康な成人男子 2 名を用いて行ない, 運動負荷はトレッドミル走 (180 m/min, 傾斜 5°) とし, all-out になるまで走行せしめた. 運動時および回復時の心電図は, 胸部誘導  $V_5$  より導出し, テレメーターにより測定した. all-out になるまでの運動時間は, 被験者 M.K は 7 分, K.I は 3 分 30 秒であり, いずれの被験者も運動後 30 分間の回復過程を測定した.

心電図の解析は, P 波から次の P 波までを 1 周期として, P 波から T 波の終わりまでを収縮期, T 波の終わりから次の P 波までを弛緩期としてとりあつた. また P-Q 波を房室伝導時間として計

測した.

運動の開始とともに, 直ちに弛緩期の短縮をみ, つづいて収縮期にも短縮が生じてくる. 運動負荷時は T 波の延長がみられるため, P 波と T 波の重複があり, 見かけ上弛緩期が消失する場合がみられた. all-out になった直後では, 走行時間の長短にかかわらず, 両被験者とも, 収縮期は安静時にくらべて約 40% 短縮し, 弛緩期は約 85% の短縮がみられた. しかし, 運動後 25 分では, 走行時間の長かった M.K では収縮期 10%, 弛緩期 50% の短縮にまで回復した. 走行時間の短い M.I の回復率はこれを数% 上まわり, 回復過程に差異がみとめられた. P-Q からみた房室伝導時間は運動後半にやややまがるが, 運動時, 回復時とも変化は少なかった. 呼吸性の不整脈は, 回復時後半にみられ, 変動は弛緩期によるものであった.

**425. 水銀柱加圧止息と循環機能.** 遊佐清有, 小川義雄, 里吉政子 (横浜市大, 体育医学)

加圧止息テストには Bürger や Flack のテストが知られているが, 両者の関連を知るために, まず加圧止息の際の心拍変動を, 1) 水銀柱を用いない単純止息を 20 秒間実施したのち 30 秒を経て水銀柱加圧を最初 10 mmHg 次いで 20, 30, 40 mmHg について 20 秒間の加圧止息と 30 秒間の休止期をおいて実施し, これを逐目的に 3 日間行なう実験. 2) 単純止息 20 秒ののち, 30 秒の間をおいて 10 mmHg の加圧止息を 20 秒間 4 回実施.

3) 20 mmHg について同じ要領で実施. 4) 30 mmHg について実施. 次に心拍変動と血圧との関連について, 5) 20 mmHg 加圧止息を 40 秒間実施してその間の心拍と血圧の同時測定.

以上の 6 項目についての実験を 3 名の研究室員と 2 名の大学生について実施して次の結果をえた. 1) の場合に加圧止息とともに心拍間隔の延長がみられ, 加圧 3~7 秒後にピークとなり以後短縮した. 加圧後期の心拍間隔の短縮の程度は加圧の圧に関係した. 2), 3), 4) のような同一圧での反復加圧止息では初期の延長の程度は加圧前の心拍数が関係した. 5) では加圧中の血圧と脈拍の変動が対応して示される者と, そうでない者にわかれた.

**426. 赤筋, 白筋の機能的特性 (Ⅲ).** 菊地邦雄

(広島大, 教養, 保健体育)

健康な成人男子の *M. tibialis ant.* から神経筋単位 (NMU) あたりの活動電位を記録し, 従来明らかにされてきた *tonic NMU*, *kinetic NMU* のほかに, *medium NMU* の存在をみとめ報告してきた。

今回は, ヒトの *M. soleus* を用いて, 骨格筋線維の種類, 数および大きさについて Sudan blak B 染色法により組織学的検討を行ない, さらに健康な成人男子について, 随意運動 (筋力 5 kg~7 kg) を継続的に行なった際の活動電位を *M. soleus* から単極針電極法により誘導し, スパイクの発射間隔, 振幅 および持続時間を測定して, *tonic NMU*, *kinetic NMU* および *medium NMU* の機能的特性を比較検討した。その結果は次のとおりである。

1. *M. soleus* は, 赤筋線維, 白筋線維および中間筋線維から構成され, 筋線維数の割合は赤筋線維 33.7%, 白筋線維 36.1%, 中間筋線維 30.2% であった。

2. 筋線維 1 本あたりの平均横断面積は, 赤筋線維  $1689.2 \mu^2$ , 白筋線維  $1718.8 \mu^2$ , 中間筋線維  $1710.7 \mu^2$  で各筋線維の大きさに明らかな差はみられなかった。

3. スパイクの発射間隔と振幅の関係をプロットすると, その分布の仕方には三つのパターンがみとめられた。また, NMU あたりの発射間隔の平均値とそれらの標準偏差を求めてプロットすると, それにも三つのパターンがみとめられ, それらは *tonic NMU*, *kinetic NMU* および *medium NMU* と思われる。スパイクの持続時間にも, 各々 NMU の間で差がみとめられた。

#### 427. 手指運動の調節に関する筋力学的な検討.

永田 晟 (都立大, 理, 体育)

巧緻的な調節運動に優れた手指運動としては, 楽器演奏, 特に 5 指の組み合わせ運動が考えられる。今回は, ピアノ演奏時の打鍵動作とギター演奏時の弾弦動作をとりあげて, キネシオロジカルに分析した。課題として基本練習曲の単純なものを選び, 曲のテンポ (*M. M.*  $J = 60, 120, 240, 480$ ) や強度 (*ff*, *mf*, *P*) を目標値として, 各指の運動調節状態を調べた。まず, 指の MP と PIP の間に新しく半導体ゲージを使用した小型加速度計を貼

り, 各指の動きを測定し, 鍵盤にゲージを貼り, 張力を測定し, *E. Carpi Radialis* 外 10 種類の伸筋や屈筋から時間積分 EMG を記録した (ギターの場合は張力のかわりに音量を測定)。被検者は熟練者と未熟練者の計 4 人であった。その結果, 各指ごとの張力, 加速度変化には有意差があり, 機能上の差は訓練によっても克服できないようだ (第 IV 指, 第 V 指が悪い成績)。演奏強度による張力, 加速度変化は, 熟練者においては比例的变化を示し未熟練者においては不連続な変化であった。テンポ即ち周波数の大小による位相おくれやすすみは無関係で, 強度にのみ関係している。楽器演奏時のリズムは時間的な要素で決定され, 各指の独立性と同等性によって左右されるようだ。これは積分 EMG の時間放电量によっても証明された。さらに位相と張力の関係を極座標に示すと, テンポ差によるベクトル軌跡が著明に表現できた。

#### 428. 立体的な運動動作の追跡と生理機能との関連 (II). 中野昭一, 永見邦篤, 成沢三雄, 岩垣丞恒\* (東海大, 医, 生理・東海大, 体育, 生理\*)

各種の運動における腰部の立体的な動きは, 運動技術およびその指導上でも注目される点であるが, その分析は必ずしも十分に行なわれているとはいえない。私たちはすでに報告した装置により 3 方向の偏位を同時に記録し, 筋電図, 足圧等との関連から腰部の立体的な動作分析を行なってきた。今回は, 回転運動を伴う *batting*, *ball throw*, *tennis swing* の 3 種目における腰部動作の特徴について追究し, その変動のもつ意義について検討を加えた。左右外側広筋, 腓腹筋の筋電図からは, 右足から左足への体重移動に伴う共通した *pattern* がえられ, 下肢運動としての差異は認められなかった。腰部の動きでは上下動で 3 者に著明な差はみられず, 左右動, 前後動は *batting*, *tennis swing* に共通した *pattern* がえられた。*Ball throw* では, 左右動で左方向への回転が大きく, *ball* の *release* 時点で回転が停止状態となり, 腰部が後方へ押し出されるような *pattern* がえられた。これらの成績から勘案すると, 腰部の動きは単に下肢運動のみに依存するものではなく, 上肢運動の種類またはその目的によってかなり異なってくることを示唆するものである。

**429. 蛋白レベルによるラット走行時エネルギー代謝の変化 (第3報).** 小石秀夫, 片山吉穂, 片山洋子, 辻 幸治\* (大阪市大, 家政, 食物, 栄養生理・大阪工大, 保健体育\*)

体重 210~250 g の雄ラット12匹ずつに8%と20%カゼイン食を与え, それぞれ2群に分け1群には漸増的に28日間で約76 km の走行を負荷し, 他は対照群 (非運動群) とし負荷終了の翌日屠殺した. その間8日目以後に1.5, 2.0および2.5 km/hr の速度で30分間走行を負荷し, O<sub>2</sub> 摂取量と運動強度との関係を検討した. また飼育期間中は1日おきに体重および飼料摂取量を測定し, 屠殺後臓器重量, 血清タンパク量, 体脂肪量および肝脂肪量などを測定した.

8%食, 20%食ともに飼料摂取累積量, 体重増加量はいずれも前回と同様運動群で低値であった.

O<sub>2</sub> 摂取量および消費量はともに運動が強くなるにしたがって多くなったが, 1.5 km/hr から2.5 km/hr の比較的高速度では20%食が少なくなっているが, 0.5 km/hr から 1.2 km/hr までは8%食で少なかった. つぎに走行距離 100 m 当りに換算した O<sub>2</sub> 消費量では8%食で 1.5 km/hr が最も少く, 20%食では 2.0 km/hr が少なくなっている. このことから 1.5 km/hr から 2.0 km/hr の速度が O<sub>2</sub> 消費量からみて最も効率がよいのではないかと推察される.

体脂肪量および肝脂肪量は運動群が有意に低値を示したが, 運動群ラットの代謝の熱量源に体脂肪が利用されているのではないかと考えられる.

**430. 運動と血清乳酸脱水酵素 (LDH) の活性の上昇由来について (電気泳動法による分画的研究).** 井川幸雄, 伊藤 朗, 金刺喜美子 (慈恵医大, 中検)

運動負荷による血清中逸脱酵素が上昇することが多くの研究者により報告されている. その機序については不明な点が多いが, ひとつの解釈は anoxia による細胞膜透過性の亢進がある.

短時間激運動 (12分走, 5,000 m 走) の血清 LDH の上昇では, LDH<sub>5</sub> 分画の上昇が特徴的であるが, この分画は肝臓と骨格筋の LDH の混合で, この区別は困難である. しかし, 短時間激運動では GPT 活性が増し, 長時間激運動 (50 km

歩行, 所要時間約8時間) でも LDH<sub>5</sub> は著増するが CPK 活性が特異的に上昇する. また LDH/GPT の比をみると安静値は15~20であるが短時間激運動後には6前後に低下し, 長時間激運動では20前後にとどまるが, これに反し LDH/CPK 比は安静値約3が長短時間運動後いずれでも3前後と不変である. このことも短時間激運動ではおそらく門脈系の血流減少による肝の anoxia の影響が前面に出るのに対し, 長時間のそれでは骨格筋由来の CPK の上昇とほぼ足並みを揃えて骨格筋由来の LDH の上昇がみられるものと解したい.

運動負荷に際しては心機能, 骨格筋の機能の上昇や負荷については心拍数, 呼吸数の増加, 電気的活動の変化などこれを捉える方法などが多いが, 肝・腎の機能など silent な臓器の負担については捉える手段が乏しい. いわゆる血中逸脱酵素の観察がある知見を与える可能性を考え報告した.

**431. 運動におよぼす高脂肪食の影響—特に代謝性反応について.** 黒島晨汎, 速水 修\*, 大野都美恵\*, 藤田依久子\* (旭川医大, 第一生理・北教大, 養教養成所\*)

ネズミで高脂肪食 (脂肪 50.1 カロリー%, 4~5 週飼育) の運動機能におよぼす効果を, 主に物質代謝の側面から検討した. 運動は 32°C, あるいは 25°C の水槽内で30分間遊泳させることによって行なわせた.

血中 FFA レベル: 対照群は, 飽食時 32°C, 25°C の運動とともに同程度の上昇を示した. 高脂肪食群は対照群に比べて一般に変化が少なかった. 絶食時は, 32°C の運動で, 飽食時に比べて上昇度が低かった. 血中ケトン体レベル: 対照群では, 飽食時, 32°C, 25°C の運動ともに同程度の上昇を示した. 絶食時は, 有意の変動がみられなかった. 高脂肪食群では, 一般に変動が少ないか, むしろ低下を示した. 血中グルコースレベル: 両群とも 32°C, 25°C の運動で同程度の上昇を示した. 血中乳酸レベル: 対照群で, 飽食時, 32°C, 25°C の運動とともに上昇した. 高脂肪食群で, 対照群に比べてより大きい上昇を示した. 特に 25°C の上昇は高かった.

以上の結果は, 高脂肪食が運動にとって必ずしも有利でなく, むしろ運動時に乳酸の蓄積の起こ

り易いことからみると、好ましくない効果をもたらすことを示唆するものである。

**432. 疲労時の注意の動揺にさいする眼球運動と身体動作の変化.** 小木和孝 (鉄道労研, 労働生理)

監視や単純反復作業によって疲労が進行したとき、課題にたいする注意は必ずしも一様な低下を示さず、まず注意の動揺がおこりやすくなる時期があり、その注意の動揺が身体動作制御様式の変化と関連して生起することを確かめた。実験的な計器監視を60分継続したときの上下および左右方向の眼電図を記録すると、計器指針のふれの発見ミスに同期して、視線転換の緩徐化・不規則化が一過性におこり、それとともに計器の一巡点検時間も延長していた。この注意低下期は数十秒程度の不定周期で反復してあらわれるが、作業継続30分以上で頻回化した。注意低下からの回復にさいして、明らかな体重偏位をおこす体動と心拍数の一過性上昇が介在することが多く、この特徴的な体動は、疲労が進行したときにより顕著にみとめられた。Saccadic eye movementを手がかりにして視線転換の間隔時間を計測すると、疲労時には平均間隔が延長し、また長い間隔のものが体動直前の時期に集中して出現しやすかった。そこで毎回の体動ごとにその前後の視線一巡時間の変化を調べ、体動を基点にして加算平均すると、体動直前における一巡時間の増大は疲労期に一層顕著であるのに、体動直後の一巡時間の短縮効果は逆に減退していた。以上のことから、注意の動揺現象が運動系制御の変動と関連をもち、疲労時には体動などによる注意回復効果が減退して、注意の動揺が頻回化するとみることができよう。

**433. 尿泡沫滴定法による疲労の測定.** 青木一郎, 奥野泰久, 川喜多順二, 原好延, 鈴木俊久 (大阪市大, 医, 第一生理)

泡沫現象の研究および測定の手段として、試験管に緩衝液と共に泡沫物質溶液を入れ、底部より一定速度で送気を行ないながら、生じた泡沫をbenzal konium chlorideの稀薄溶液(0.01%以下)を用いて滴定する方法を考案開発した。

この方法を運動前後尿に適用した結果は下記のごとくである。すなわちラグビー選手(16名)の

合宿第1日, 第4日, 第6日(最終日)の各運動前, 運動後(午前, 午後), 就寝前の尿を用い, 尿1 ml pH4.01のフタル酸標準緩衝液3.0 mlを混合した後上記方法で滴定を行なった。なお尿の濃度を補正する為、クレアチニン(C.), ウロクローム(U.), 重量法による比重(D.)の測定を行ない, 各個人別に全測定値の最低値を基準にして濃度補正を行なった。えられた結果を次に述べると, 尿の稀釈度と滴定数との間には, ほぼ直線関係がなり立つ。濃度補正の標準としては, (C.)と(U.)がよく, (D.)で補正すると標準偏差が大きくなる。測定法の簡単さからいえば(U.)補正がよいと思われる。全測定を通じて, 運動後尿は第1日の運動前尿を基準とすると, 4倍ないし6倍の滴定数を示した。また各選手をそのポジションなどにより, 運動量の大きさに応じて三つのグループに分類し, その運動後尿を滴定すると, 運動量の大きいグループほど滴定量も大となる。以上の結果より, この測定法は, 簡単で有効な疲労測定法となりうるとと思われる。

**434. 解糖系の再構成とその制御機構に関する研究.** 桜井 隆, 新城澄枝, 安良城句子, 安里龍 (琉球大, 保健, 保健栄養)

Glycolytic pathway was reconstructed with crystallized enzymes as a model of control pathway of metabolism. As a first step of simulation, the pathway was reconstituted in an equal amount of constituent enzymes (approx. 1 I. U. of each enzyme).

Glycolytic flux (G. F.) was strongly stimulated in the presence of 0.1 mM or more of AMP. G. F. was also stimulated by ADP and ATP until the concentration of about 1.5~2 mM. Both ADP and ATP, however, showed strong inhibitory effect on glycolysis over than 2 mM.

By adding adequate amount of GDH, constant level of redox state was induced and maintained. Moreover, arbitrarily steady state of glycolysis was produced accompanying explicit correlation between G. F. and level NAD and NADH/NAD. Time for attaining definite G. F. direct-proportionally depended on NAD level.

These facts are probably related to the time

factor (frequency) and amplitude of oscillatory control glycolysis.

Effect of ATP/ADP was examined. ATP/ADP  $\cong 1$  showed most efficient effect on G. F.

By calculating the so-called control strength and sensitivity coefficient of structural control

variables of glycolytic system, it was concluded that the rate controlling step is present not only at the site of PFK but also of GAPDH, and the NADH/NAD ratio worked most effectively as a control element as well as the adenine nucleotides.



## [資料]

## 生 理 学 教 育 シ ン ポ ジ ウ ム

期 日：昭和49年6月27日（大会第2日目）午後6時～9時

会 場：札幌市民会館（大会のB会場）

## I. 生理学学生実習改善と実習費用実態調査の報告

本 間 三 郎（千葉大）

## II. 医学・歯学部における生理学実習の目的と意義のあり方

司会：橋 村 三 郎（鹿児島大）

## 1. 医学教育における生理学実習の意義

藤 森 聞 一（北大）

## 2. 医学教育における生理学実習

田 崎 京 二（東北大）

星 猛（東北大）

## 3. 歯学部教育における生理学実習

市 岡 正 道（東京医歯大）

## III. 客観試験をめぐる

司会：藤 森 聞 一（北大）

## 1. 客観試験の意義

問 田 直 幹（九大）

## 2. 客観試験問題の作り方

吉 岡 昭 正

（順天堂大，医学教育研）

## 3. 客観試験の実際

真 島 英 信（順天堂大）

## I. 生理学学生実習改善と実習費用実態調査の報告

（千葉大，医，生理）本 間 三 郎

生理学学生実習設備改善のための調査結果（日本生理誌 36, 43-46）の問題点を報告し，それにもとづいて作製された“生理学学生実習設備改善に関する要望書”について説明した。

## II. 医学・歯学部における生理学実習の目的と意義のあり方

（鹿児島大，医，生理）橋 村 三 郎

緒言 生理学実習には臨床検査手技の手ほどきのものから，研究者の医師育成まで幅広い期待がみられる。各大学の生理学実習は，学生数，設

備，教育スタッフなどが異なるため，実習項目，実習時間数，実施時期，実施方法などにかなりの差がみられる。

この現状は生理学実習の目的と意義とが画一的に捉えられないことを示す。しかし教官，設備の充実を図る願望は非常に強い。

生理学実習の具体例の発表と，それをめぐる討論とは「生理学実習の目的と意義」をかなり明確にし，現状における生理学実習の改善，充実に役立ち，また情報交換にも役立つと思われる。

本シンポジウムはこのような理解のもとで行なわれる。

まづ医学・歯学部教育における生理学教育，生理学実習の位置づけを広く高い立場から，北大，藤森教授に，つぎに医学教育における生理学実習を東北大学方式として有名な具体例で東北大，田崎教授，星教授に，歯学部教育におけるそれを，その特性をふまえながら東京医歯大，市岡教授に願う。

討論は計40分をプログラムのよう配分したから，会場の全参加者の活潑な発言で充実した会にして頂きたい。

## 1. 医学教育における生理学実習教育の意義

（北大，医，生理）藤 森 聞 一

課題が少し広がることのご了承を得て話を進めたいと思う。

## 1. 米国における医学教育の最近の趨勢

私が欧米の医学教育の視察旅行をしたのは1970年の秋のことであるが<sup>9)</sup>，それまでの米国の医学教育は，基礎医学を含め，どの点から見ても諸国に断然優越していたものとみなされる。

ところが，米国において，医師増の国家的要請に応じて，この数年来，医学校の新設，既設校における学生増募とともに，医学教育の4年制の3年制への短縮が急速に進められはじめた。

この点について少し詳しく述べると，

1) 昨年11月のJAMAの医学教育特集号<sup>5)</sup>によると、ほとんど全学生(90~100%)が3年制課程をとっている医学校数は12校で、3年生課程の学生がかなりいる(10~90%)医学校数は14校以上になったといい、これをAAMCのCurriculum Directory(1973~1974)<sup>6)</sup>によってみると全米の118校のうち正規に3年制を採用している医学校数が17校、3年制を選択できるのが30校であるというから、両者を合わせると47校(約40%)に達したわけである。

2) さらに私どもが注目すべき事実は、学年短縮のしわ寄せを強く受けているのは、基礎医学であるが、そのうちでもとくに、生理学、生化学、薬理学であり、このようなことから、全米に約30あるMultidiscipline laboratoryも、本来の用途から離れた目的に使われはじめたということである<sup>9)</sup>。

ついでながら、必修課程のカリキュラムのうちに生理学の名称が見当たらないのが30校あり、その他の生理学講義が行なわれている学校にも、生理学の実習時間のないのが16校ある。このようなことは、基礎と臨床の各領域の多くの教師の協力による臓器別、系統別のきめ細かいIntegrated curriculumのうちに、生理学教育が埋没したことにもよるが、いずれにしても生理学の系統的な講義や実習教育が衰退の傾向にあることは確実とみなされる。

これを、このたびアンケート調査をした各校レベルでみると、たとえばStanford大学医学校では、5年前までは178時間あった生理学実習時間が2年前から15時間となり、今年は零になっている。しかし以前から生理学の実習教育にとくに力を入れていたBrooklynの州立New York大学医学校では、現在も約90時間の生理学実習時間をもっているというように各校各様である。

## 2. 米国における医学教育の特徴

国際的にみても米国の医学教育が優越しておりまたわが国も今日までそれに追随しようとしてきたものとする、米国における最近のこのような趨勢は、そのままわが国にとり入れてもよいかどうかについて、一応検討してみる必要がある。

そのためにとくにわが国との比較において、米国の医学教育の特徴をとりあげてみたいと思う。

### 1) 医学生の高い基礎学力、旺盛な勉学精神

と優れた教育制度

やはり医師増対策の一環として、今年度高校卒業を採用した医学校が11校あるが<sup>1)</sup>、米国の大部分の医学校は3~4年制のCollege卒の高い基礎学力をもつ学生を採用しており、さらに米国医学生にみられる高いSelf-educationの精神は、それを支える各校の伝統的指導精神と教育環境とともに特筆に価する。

また、他の国にみられないほど、きめ細かく効率的に組立てられたCore curriculum, Integrated teachingなどととも、大部分の医学校が基礎医学にPh.D.課程をもち、118校中91校がCombined M.D. -Ph.D. programを採用しているから<sup>2)</sup>、わが国にみられるような、基礎医学の研究教育者の後継者難はなさそうである。

### 2) 卒後教育の確立

米国においては、卒後教育制度が確立しているので、医師として必要な基礎医学の実力をそこで充足することができる。

たとえば、Stanford大学医学校の眼科のResidency training programには、第1年度の夏期に、眼科にとくに必要な基礎医学の実験、実習を含む9週間の教育課程が組込まれている<sup>3)</sup>。

### 3) 強力な医学教育検討機関の活動

よく知られているように、米国にはAmer. Med. Association (AMA), Assoc. Amer. Med. Colleges (AAMC), Carnegie Commission on Higher Educationなど、古い伝統と優れた実績をもつ医学教育検討機関があり、それらがたえず意欲的な活動を続け、的確広範な調査資料の刊行や合理的な勧告をし続けてきている。それに対応する各医学校レベルの検討と試行の熱意も他の国にはみられないほどのものである。

一見無謀とみられる最近の米国の医学教育の変革も、このような検討機関と各医学校における慎重な審議、検討を経て実施されたものであり、いわば思いつきで医科大学を乱立させたわが国とはいちじるしく事情を異にしている。

以上にあげたわが国にみられない米国の医学教育の特徴を考えると、まだ原始状態にあるといえるわが国に、米国の変革をそのままとりこむことはできないであろう。

### 3. 西ドイツにおける最近の状況

米国においては、上記のようにいわば民間の検

討機関と各医学校の自主的活動によって医学教育改革が進められているのに対して、欧州諸国においては、首相や大統領の諮問機関の活動を背景とする政府の力によって進められているのが特徴である。

そこで、わが国も欧州諸国と類同の国柄であり、さらにわが国において、最近基礎医学の国家試験実施案もきかれることを考えると、最近西ドイツが6年間の医学教育課程の間に、順次4回の国家試験を課する制度を採用したことが注目される。

わが国が、米国と西ドイツのいずれの行き方を指向するのがよいかの問題を考慮に入れて、カリキュラムそのものについてみると、米国のその方が一段と洗練され、進歩したものとみなされ、そして米国の教育制度の現状では卒業までの途中で全国的な統一試験を実施することは困難であり、またその意義は認められないものと思われる。

#### 4. 考えられるわが国の対策

以上に述べた諸外国の現状を考慮に入れて、わが国の今後の医学教育とくに基礎医学教育のあり方について考えてみたいと思う。

##### 1) 医学教育の検討機関について

基礎医学教育改革を考える場合には、まずそれを全体としての医学教育改革のうちに位置づけてかかることが必要であろう。そうすると、わが国にも、医学教育改革についての総合的検討機関の設置が望まれ、その好例としては、英国の首相の諮問機関であった Royal Commission on Medical Education とか、西ドイツ大統領の諮問機関であった Wissenschaftsrat があげられる。しかし、わが国においてそのような強力な機関の実現が望めないことがわかった今日では、「全国医科大学連合体」(法人格)(日本医学教育学会 牛場大蔵会長提案)の組織に期待がかけられる。その事業内容はおおむね米国の AAMC のそれから類推される。

##### 2) 「医学教育調査室」の設置

上記の連合体が組織されれば、ここで述べようとするものより強力な「医学教育調査室」が恒久的に位置されるであろう。しかし、「連合体」の組織が後れる場合には、それに先行して「医学教育調査室」の設置が望まれる。それは民間の組織、大学、あるいは文部省の医学教育課付置と

し、その事業としては、少くとも米国の J.A.M.A の毎秋の医学教育特集号の内容に準ずるわが国の医学教育の現状の調査資料を定期的に刊行することがあげられる。

上記のような「連合体」が組織されたり、文部省や厚生省に医学教育関係の諮問機関が組織された場合にも、積重なったこのような調査資料が必要であり、またそれは、政府機関、大学、一般社会における医学教育改善の与論喚起のうえにも、その適正な方向づけのうえにも役立つものと思われる。

#### 5. 生理学実習教育の意義について

実験、実習を裏付けとする基礎医学教育は、医学の進歩のうえにも、考える医師づくりのためにも重要であり、そしてこのことは、このような医学教育の基本方針によって、かつてのドイツ医学の隆昌がもたらされ、近年のアメリカ医学の繁栄が促された歴史的事実からも窺うことができる。

生命の本質を追求し、現象の根底にひそむ機序を究明しようとする生理学的実験、研究態度と技術とを修得させる生理学実習教育の意義もまた高く評価されよう。

しかし、私ども生理学教育研究者は、ただその必要性や意義を説くだけではなく、実際学生にも魅力的で、その意義も理解され、さらに臨床教師の批判にも堪えられる実習教育を実施することが必要であり、教官定員不足、器材難の今日、それをどのように実施するかが問題であろう。

その意味で次に報告される東北大学方式が注目されるが、私どもも15年来、生理実習の後半には、学生を8~10名のグループに分けて、各研究室に配属させ、大学院学生を含め各1人の指導者のもとで、それぞれ特定のテーマについて一貫して研究的実験を行なわせ、最後にクラス発表会をもつという「考える実習教育」を実施し、学生からも好評をえている。

#### 6. 結 び

とくに最近における米国の医学教育、基礎医学教育の注目すべき変革について述べた。このような時期に私どもが、ただ「基礎医学振興」とか「実習教育の強化」を叫んでも空虚にひびきかぬことを考え、わが国としての対応策とともに、私ども基礎医学者、生理学者としての対処の

仕方について考察を試みた。

#### 文 献

- 1) Curriculum Directory (1973-1974) Assoc. Am. Med. Colleges.
- 2) Bettman, J. W. & Steward, J. P. (1973) The basic science course: a supplement to residency training programs. J. Med. Educ., **48**, 258-263
- 3) 藤森聞一(1972) 欧米諸国の医学教育改革, 医歯薬出版.
- 4) 藤森聞一(1972) 医学教育者の養成に関する 2, 3 の問題, 医学教育 **3**, 330-332
- 5) J. A. M. A. (Education Number) (1973) **226**, 893-989
- 6) Marchand, E. R. & Steward, J. P. (1974) Trends in basic medical science instruction affecting role of multidiscipline laboratories. J. Med. Educ., **49**, 171-175

#### 討 論

藤森教授の講演に関連して

1. 臨床医学教育に重点をおく傾向が, 生理学実習無用との誤解を招かぬように, 生理学教育関係者の努力が必要なこと,

2. 医師国家試験に埋没しない個性の育成が重要であることなどの意見が追加された。

#### 2. 医学教育における生理学実習

(東北大学医学部における生理・薬理系合同実習)

##### 1) 東北大学医学部における生理・薬理合同実習の概要について

(東北大, 医, 生理) 田 崎 京 二

生理系合同実習という新しい方式が東北大学医学部のカリキュラムの中に定着するまでには二つの過程を経ている。第1は, 10数年前, 当時の本川教授の下で第二生理学教室で始められたものである。われわれは先づかって第二生理学教室で実習を行なったことのある卒業生に実習に関するいくつかの質問を行なった。その解答を分析した結果, 実習の課題に“何を”選ぶかは問題ではなく, “いかに行なうか”こそが重要で, “生理学的な考え方” “創造的な研究態度” を養うことを目標にする, ということに落付いた。そのため, 実習課題には普通の本には出ていないようなものが努めて選ばれた。学生には始め漠然としたテーマを与え, 具体的な研究実施計画は指導者と学生が討論しながら決めるという方法がとられた。実験

終了とともに, 形式的には原著論文と全く同じようなレポートを書かせ, 最後は全学生と指導者の出席の下で, これも学会と同じ形で発表会を行なう。実習期間中に, データ処理, 図の作り方なども教える。文献検索に関連させて医学図書館の利用を説明したり (今年は生理の講義時間内で行なわれた), 実験課題に関係深い外国語原著論文を少なくとも一篇を与えておき, 実習の時間を少しさして輪読させる。実習期間も終りに近づいているのに, 必要データをとれず, 学生と若い指導者が共に深夜まで食糧を持ち込んで頑張っている姿もしばしばである。とくに私の第二生理学では, “教えるは学びの始”, という観点から, 大学院の一年といえども指導者の補助として指導に当るので, 経験の浅い研究者にとっては可成りの負担であり, 実際には古い助手, 助教授などがカバーするというのが実状である。

次に, 生理および薬理の全カリキュラムの変革にかかわる第二の段階が訪れる。大学紛争の始まる少し前のことで, 次のことが契機となった。「自分の講義の参考にするので, 神経生理の講義は, いつ, どんなことを講義しているか教えて欲しい», という申出が薬理の橋本教授から私の所へきた。この話し合いは直ちに生理と薬理の教授と助教授全員に拡げられ, 教育にたづさわる全教官が次のことを実行した。先づ各教官は, 2時間の講義を1単位とし, 各単位ごとに講義の項目を1枚のカードに記入し, 第1学年の始めから2年の終りに亘って, カレンダーの順序にしたがって, 大きなテーブルの上に並べる。全員でこれをながめながら討論, 無駄を省き, 効果的な配列にするのみならず, 内容の変更や追加も互に要求し合い, いわば講座の枠を越えたカリキュラム作成が行なわれた。これは当然学生実習にまで拡げられた。これはもともとは, 教育の効率を高め, 高度の実習を行なうことを目指して, 生理三講座, 薬理二講座の間で始められたものであったが, 他方では人的および物的な窮状打開にもつながるといふ面もあった。その結果, 従来第二生理で行なってきた研究実習もそのままいかし, さらに各講座はもっとも基本的と思われる課題を少数選んで必修コースとし, 二本立の方式が確立した。

##### 2) 東北大学医学部における生理・薬理合

## 同実習 (具体的事項)

(東北大, 医, 生理) 星 猛

## 1. 実習の時期と実習の時間

現在, 生理・薬理学実習は生理第一, 第二, 応用生理, 薬理第一, 第二の5講座の合同実習の形で行なわれており, 年により, 脳研脳波部門も一部の实習に参加している. この合同実習は2年1学期に行なわれるが, 図1に示した通り, 動物性機能の生理(第二生理, 104時間), 器官生理学および植物性機能の生理学(第一生理, 104時間), 主要薬物の薬理または基本的な薬理学(第一薬

10回に亘りロテートする. 後半7週は従来応用(研究)コースとし, 各教室より2~3つ提出された計10~15のやや専門的なテーマの何れかを選択させ(選択必修), そのテーマにつき専属の教官と共に6週間実験を行い, 最後の週に一堂に会して全テーマについての発表会を行なう方式をとって来た. しかし本年度よりこの時間を各教室1~2日に亘る特別実験または実験供覧に用いることを試みている.

2. 基本コース(ロテーション)実習のテーマおよびその内容の概要

学 年	I			II		
	1	2	3	1	2	3
生理 II	104			実		
生理 I		104		習		
薬理 I			68		52	
応用生理					80	
薬理 II						3年臨床薬理(26)

図1. 生理, 薬理学講義と生理系合同実習の時期

曜	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	(13)
月	基本コース (ロテーション)						応用(研究)コース(選択) 又は特別実験, 実験供覧						
火	基本コース (ロテーション)						総時間数 144時間						

図2. 実習時間表

理, 68時間)が終った段階で実習に入る. 後半の実習に平行して1部薬理学の講義が再開され, (52時間), 更に2年2, 3学期に呼吸, 循環, 血液等の病態生理, 内分泌, 生殖生理(応用生理, 80時間)の講義が行なわれる.

実習は2年1学期13週を通し, 前半6週は毎週2日(終日), 後半7週は週1日の割で行なわれ, 学生当りの総時間数は144時間となる(図2). 前半6週(1週は予備)を基本コースに当て, 10テーマの基本実習(各講座2テーマ分担)を用意し, 10グループに分けられた学生の各グループが

本年(昭和49年度)行なわれた基本実習のテーマおよびその内容の概要は表1に示した通りである. このテーマは年により変ることがあるが, 重複を避け, なるべく広範に亘り, 基本的な生理現象並びに生理的実験法を体験させると共に, 出来る丈多く教官と討論しうる様に配慮してある. 各テーマについては, 予め充分詳細なプリントを配布し, それにしたがって実験が行なえる様にしてある. 一部の实習にはプログラム学習方式を採用しているものもある. 尚各実習毎に各人にレポートを提出させている.

表1. 基本コース(ロテーション)実習のテーマおよび内容の概要 (昭和49年度)

- A. 心臓収縮の基本的性質と心臓神経の作用(第一生理)  
(動物) ガマ及びカメ, (主装置) キモグラフィオン(インク式), 電子管刺激器, (観察事項) 正常収縮曲線, 期外収縮, 代償性休止期, Stannius 結紮, 刺激強度と収縮の関係, 反復刺激の効果, 迷走神経および交感神経刺激, アトロピンの効果.
- B. 心臓の電氣的興奮(心電図の基礎)(第一生理)  
(動物) ガマ, (主装置) 心電図前置増巾器, 残光性オシロスコープ, インク書オシログラフ, (観察事項) 興奮伝播と波形の関係(期外収縮), 正常心室内興奮伝播, 心室内興奮伝播と標準肢導出心電図との関係, 傷害心電図(特に導出部位との関係).
- C. 神経, 筋の活動電位(第二生理)  
(動物, 被検者) カエル, 学生, (主装置) 二現象オシロスコープ, 電子管刺激装置, (観察事項) 神経, 筋活動電位波形, 伝播速度測定, クロナキシー, 誘発筋電図(H.M波), 針電極によるNMU活動の記録.
- D. 脳波(第二生理)  
(被検者) 学生, (主装置) 2チャンネル脳波計, フラッシュ駆動装置, (観察事項) 脳波プログラム学習, 正常人覚醒時脳波, 光刺激の影響, 過呼吸の影響, 睡眠時脳波.
- E. 肺の機能(応用生理)  
(被検者) 学生, (主装置) Benedict-Roth型スピロメータ, (観察事項) 各種肺気量の測定, 残気量の測定, Air trapping指数, Leslie指数, 酸素摂取率, Tiffneau曲線の解析.
- F. 血液の諸性質(応用生理)  
(被検者) 学生, (主装置) 顕微鏡, 分光光度計, ヘマトクリット用遠沈器, ヘモグロビンメータ, (観察事項) 赤, 白血球数, 血色素量, 赤血球指数, 白血球百分率, 出血時間, 血漿プロトロンビン値, 網状赤血球, Drumstick, Barr小体.
- G. 血圧と自律神経薬(第一薬理)  
(動物) イヌ, (主装置) 血圧トランスデューサ, ポリグラフ, (観察事項) アセチルコリン用量-血圧応答曲線, アセチルコリンとノルアドレナリンの生理学的拮抗, アトロピンとアセチルコリンの薬理的拮抗, 交感神経アミンと $\alpha, \beta$ と遮断剤の薬理的拮抗, 節断剤の影響
- H. 平滑筋の薬物に対する反応(第一薬理)  
(動物) モルモット, (主装置) ストレンゲージ, ポリグラフ, (観察事項) アセチルコリン用量応答曲線, フィゾスチグミンの効果, Agonist と Antagonist の特異性(ヒスタミ

ン, セロトニン).

- I. 薬物の吸収, 血中濃度, 排泄(第二薬理)  
(動物) イヌ, (主装置) 光電比色計, (観察事項) PSP血中濃度, 尿中排泄の時間経過, 経口, 皮下, 筋肉, 静脈内投与の差異.
- J. 吸入麻酔剤による全身麻酔  
(動物) マウス, (主装置) 麻酔瓶, (観察事項) 吸気中ガス麻酔剤濃度の影響, 呼吸量の影響, エーテル, クロロホルム, ハロセンの有効分圧.

### 3. 研究コース(選択)実習

本コースは基本コースで, 基本的な生理現象ならびに基本的な実験法を体得したところで, やや研究的な要素を加味した実験を行なわせるよう企画されており, 問題点の把握のしかた, 実験計画の立てかた, 実験結果の整理, 批判等を同時に修練することを目的としたものである. テーマには指導教官の研究分野に密接に関係したものや, 指導教官自身も全く経験がなく, 予め勉強し, 更に学生と共に論文を読みながら進めるもの, 或は道具と動物のみを用意し, 討論のすえ, テーマを決定して実験に入るもの等種々である. また白い粉状の薬物を手渡し, その薬物が何物であるかを決定させるといった形の実験も行なわれることがある. 通常数年以上たった助手以上の教官が各1テーマを分担し, 上記期間内に結果をまとめるようにしているが, 多くの場合時間が不足で, 土, 日曜日等も費やされることがしばしばあり, 教官にも相当な負担がかかる. テーマは年により変わるが, 昨年(昭和48年度)行なわれたテーマは表2に示した通りである.

表2. 研究コース(選択)実習のテーマ(昭和48年度)

- A. 心筋の収縮性に対する外液イオンの影響(第一生理)
- B. 小腸における膜消化および吸収機能の比較生理(第一生理)
- C. 胃粘膜塩酸分泌機能と $\text{CO}_2, \text{Na}^+$ の関係(第一生理)
- D. 精神物理-視野内における光覚閾の分布(第二生理)
- E. 誘発筋電図-随意運動時H波振巾の変化(第二生理)
- F. 巨大軸索の性質(第二生理)
- G. 熱刺激法による痛覚閾値の測定-閾値に対す

- る影響因子の分析 (脳研生理)
- H. 平滑筋の興奮収縮と自律神経支配 (第一薬理)
- I. ウアバイン不整脈と抗不整脈剤 (第一薬理)
- J. 腺臓外分泌に対する薬物作用 (第一薬理)
- K. 自律神経刺激および自律神経薬の洞房調律および房室伝導に対する作用 (第二薬理)

#### 4. 特別実験及び実験, 映画供覧

後半の研究コースの代りに本年度初めて採用したものである。特別実験は、基本コースでは実施困難な内容の実験、あるいは基本コースの直接的な応用になるような実験を、学生を細分せず、教官とともに全員で、1日あるいは2日ばかりで行なうものである。実験供覧にはやや高度な研究的内容の実験が選ばれる。その他、まとまった内容の映画の供覧をも併用し、討論を加えて学習を深めるようにしている。後半の7週の期間中、各教室に日が割当てられ、各教室はその日のみ実験を行えばよいことになっている。学生はこの期間に、やや高度な、かつ広い分野に亘る学習が可能となるが、研究的要素は研究コースに比してうすくなる。本年度(昭和49年度)に行なわれた特別実験及び実験、映画供覧の主題は表3に示した通りである。

表3. 特別実験及び実験, 映画供覧(昭和49年度)

- A-1. 開胸人工呼吸下のイヌ心拍動, 心電図, 血圧の観察(心臓 pace maker 冷却加温実験. 血圧調節神経及び迷走神経刺激実験, 脱血補液実験) (第一生理)
- A-2. 腎臓の血管構築とネフロン. 微小穿刺技術によるネフロン機能の研究(映画) (第一生理)
- B-1. カエル筋線維膜電位にたいする細胞外イオン組成の効果(Naイオン濃度と活動電位振巾との関係. Kイオン濃度と静止電位の関係) (第二生理)
- B-2. カエル網膜神経節細胞の光応答(視神経線維伝導速度と機能との関連) (第二生理)
- C-1. 人体心電図のとり方と心電図の計測 (応用生理)
- C-2. 平滑筋の生理(映画, 平滑筋と自律神経との関係, 平滑筋の形態と機能) (応用生理)
- D. イヌ腺臓の外分泌機能に及ぼす薬物の影響. 特に dopamine の作用機序

### 3. 歯学教育における生理学実習

(東京医歯大, 歯, 口腔生理) 市岡正道  
歯学教育という枠の中で、生理学学生実習がどのように行なわれているかを説明する。出席の方のうち多くの方は歯学教育の特徴を御存知ないと思うので、まず、歯学教育の現況と特徴とについて紹介する。

#### 1. 歯学教育の現況と特徴

##### 1. 歯学部(又は歯科大学)の現況

周知のように歯学部(又は歯科大学)——以下歯学部と略す——はここ数年の間に急速に新設され、そのために種々の社会問題をひきおこし、現在は強く反省されている状況である。昭和38年より昭和48年4月に至るまでの10年間の歯学部の数と学生定員との推移を資料に基づいて示すと表1のようになる。すなわち、ここ10年間に日本の歯学部の数は約2.9倍、学生定員は約2.6倍にふえたことがわかる。特に顕著なのは私立が昭和44年から昭和48年までのわずか4年間に2倍にもふえていることである。このような歯学部数の異常ともいえるほどの急激な増加——いわゆる高度成長政策の一つの部分現象であろう——がどのような結果をもたらすかは自明のことである。すなわち、教育で一番大切な教員の質、量がともに低下し、歯学教育全体のレベルが劣弱化したのである。生理学教育もその影響を蒙っている。

##### 2. 歯学教育基準

医学教育におけると同様に歯学教育にも基準が設けられている。それによると4年間の総時間数4,200時間以上のうち、生理学、口腔生理学の授業時間数は学生実習を含めて4%以上、すなわち168時間以上と定められている。これは日本の医学教育における生理学の授業時間数より若干少ないが、アメリカやアジア太平洋諸国の歯学教育における生理学の授業時間数と余り違わない。すなわち、私共の大学の総山教授(歯科保存学)の報告(1972年)によればアメリカの歯学部における生理学教育時間数は60~250時間、平均160時間であり、アジア太平洋諸国では、タイ国の294時間、濠州の某歯学部の99時間という両極端を除け

表1.

		昭和 38年	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
歯科 大学 学部 (歯数)	国立	2	2	5	5	7	7	7	7	7	7	7
	公立	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	私立	5	6	7	7	7	7	7	9	11	14	15
	合計	8	9	13	13	15	15	15	17	19	22	23
入学定員		840	940	1,140	1,160	1,240	1,260	1,260	1,460	1,700	2,060	2,180

ば、130~220時間であって、日本の168時間という時間数はまずまず妥当なところであろう。ただ、外国の教育制度は必ずしも日本と同じでなく、例えば、臨床学の教育中や進学課程の教育中に生理学の一部を教育しているかもしれないので、この点注意しなければならない。なお、今から考えておかなければならないことはアメリカで歯学専門教育を3年に短縮することが検討し始められ、一部では実行され始めたことである。このことについては、ここではそのような事実があることを指摘するだけにとどめておく。

### 3. 歯学教育の特殊性

歯学は医学と本質的には同じ学問であるが、少し特殊な点がある。それに伴って歯学教育も医学教育とは若干違っている。特異な点としてはさしあたり次の3点が考えられる。

1) 歯学とはどのような学問であるかという点、art and scienceであるといわれている。すなわち、歯学はscienceのみでもないしart(あえてtechniqueとはいわない)のみでもなく、実にそれらを一体化したart and scienceなのである。このようなわけで、歯学では医学に比べて「学」よりは「術」が重視されている。これが歯学の第一の特色ではないかと思われる。ただし、このような考え方は歴史の古い歯学部にもみられる考え方もかもしれない。戦後の新しい歯学教育をうけた人たちがつくりつつある新しい大学では、或いはこのような考え方は少ないかもしれない。歯学教育で「学」と「術」の比重がどのように変わってゆくかは今後の問題であろう。

2) 歯学教育では医学教育におけるより臨床学に重点がおかれている。これは大学卒業と同時に一本立ちで診療に従事できる歯科医師を養成しなければならないからである。このため、必然的に基礎学が圧迫乃至軽視されている。

3) 現在のところ、歯学には生理学が十分活

用される領域が医学におけるよりは狭い。医学には心臓、腎臓、中枢神経系、視覚、聴覚など、生理学が思う存分活躍できる領域が広いのに対し、歯学ではそれが基だ狭い。生理学とは生体の現わすdynamicな現象を対象とする学問であるから、歯牙のようにstaticな器官は生理学の対象としてはとり扱いにくい。とはいえ現在でも歯学領域に生理学の対象となるいくつかの生体现象があることはあるし、そして今後はそれがふえることとは思う。しかしそうなるも医学に比べれば、生理学の活躍する場は依然として少ないであろう。

### II. 我々が行っている生理学実習のやり方

我々のやり方は特にどうというものではなく、極く平均的なやり方ではないかと思う。私は学生実習の目的を次の2点においている。すなわち、学生にとっては生理学の知識がどのような過程を経て得られたものであるかということ、僅かの実習によってではあるが自分から手を下していくらかなりとも体得する点に、これに対し教員側にとっては学生と直接接することによって生理学がどのように理解されているかを知ると共に、学問をはなれて学生と個人的に接触する機会とする点においている。

生理学実習は第1学年の後半期に行なっている。学生数80名に対して教員数約5名という劣勢なので、学生を40名づつA、B2群に分け、各群週1回、午後4~5時間実習する。但し、両群は生化学実習と裏表の関係で組合わせ、例えば火曜日にA群が生理学の、B群が生化学の実習をすれば、水曜日はその逆という工合にする。各群は学生がなるべく自分で実習できるように3~4名から成る11のグループに細分され、11項目の実習項目をrotateする。この11項目は医学的なもの7、歯学的なもの4(唾液腺、ヒトの味覚、咀嚼能率、カエル舌咽神経)から成っているが、実習回数が7回しかないので、学生は4項目は実習

できないこととなる。1項目の実習が終了すると、その週末までにグループ毎に1通のリポートを出させる。実習に関するテストは実技と口答試験で行ない、講座試験成績の30%として算入したことがあるが、ここ1~2年はやめている。約2ヶ月で一般の実習が終了するが、そのあと希望者に特別実習を行なっている。これは、研究室内で研究用装置を用いて、やや高度の実験を行なうのであるが、今まで、毎年2~3名、或いは5~6名の希望者があり、終板電位に関する実験などを行なった。

我々のところでは学生実習は毎年少しずつ変えてやっている。上に述べたのは昨年度行なったやり方の大要である。

### Ⅲ. むすび

上に述べたように医学とは少し違った風土に育ち、少し異なった体質をもった歯学の領域で、大多数はただ資格をとるだけが目的で大学に入ってきたとしか思えない歯学生に対して、生理学実習をほんとに有意義に行なうことは極めてむずかしい。政治、経済、教育制度、医療制度等広く社会と関連づけながらこの問題にとりくまないと、問題はいつまでも根本的に解決されないままであろう。

(付記) 昨年1973年12月に、46, 47年度の実習関係費用の実態調査が行なわれたが、歯学部関係では回答校8校、そのうち資料となりうるものは4校にすぎなかった。このため、信頼できる調査結果はえられなかった。私の推定では国立私立いづれも設備更新費も消耗品費もそれぞれ医学部の1/2~2/3位ではなからうかと思われる。

### 討 論

講演内容に関連して

1. 米国における医学教育期間が4年から3年に短縮させられる傾向の背景には、国からの補助金による圧力がからみ、まだ医学教育の世界的、必然的傾向といえない面があること。

2. 医学教育、歯学教育の何れにおいても研究者の育成が肝要であり、臨床医学との関連づけに捉われすぎるべきでないこと、大学や学部の特殊性は教育技術で克服すべきであること。

3. 生理学者養成は重要な教育義務であり、生理学実習はその重要な場であること。

4. 生理学実習の内容を高めるには文献検索も必要であること、などが活潑に発言された。

また生理学実習に関する情報交換が話題にされ、

5. 生理学会に全国統一の実習書を編集してほしいとの希望や、それは以前から問題にされているが、諸困難のため、まだ結論がないとの付言。

6. 日本生理誌の青ページを情報交換の投書欄として活用する案、などが述べられた。

まとめ：司会者

活潑な討論を十分に煮つめるには時間不足であったが、

1. 医学教育が流動的であるから、医学教育の将来展望が重要課題である。

2. 生理学実習の目的、意義は、研究者の学生の育成におき、それに向って生理学教育者が努力、工夫することが重要である。

3. 「生理学実習に何をやるか」は問題でなく「生理学実習を如何にやるか」が最も重要であるなどが結論としてまとめられた。

### Ⅲ. 客観試験をめぐって

司会者のことば

(北大, 医, 生理) 藤 森 聞 一

客観試験 multiplechoice examination は、最近いろいろの点で注目されるようになったが、他の基礎医学会から要請がだされているように、基礎医学の国家試験が実施されることにでもなれば、確実にこの方式が採用されることになるう。

牛場大蔵教授を研究代表者とする文部省科研費研究班「卒前医学教育の総合的研究」の中のD班は順天堂大学医学教育研究室、吉岡昭正助教授を代表者として、客観試験問題の開発に本格的に取組むことになった。たまたま私はD班員に委嘱されたについて、その意義の重大性を考え、この方面に造詣深く、班員でもある真島教授と相談し、生理学会の常任幹事会に諮るとともに、生理学教育委員会の本間委員長、菊地副委員長にお願いし、同委員会の全面的ご協力を受けることになった。

その一つは、真島教授がまとめ役となり、数名の生理学教育委員の方々のご協力を得て、生理学の客観試験問題集を作成したことであり、その二は、今日のシンポジウムの課題の一つにとりあげていただいたことである。

幸い今日は、吉岡助教授がはるばるご来講下さった。

### 1. 客観試験の意義

(九大, 医, 第一生理) 問 田 直 幹

#### 1. はじめに

わが生理学会では教育委員会を設け、またこの数年間は年次大会のたびに教育シンポジウムを開催して、生理学の教育方法の改善充実について検討してきた。しかし改善充実がはたして効を奏したかどうかは教育効果の評価ということなしには判定できないし、また学生の修得状況の把握もできない。そこでこのシンポジウムで教育効果の評価とくに従来軽視または敬遠されてきた客観試験 (Objective tests) について検討することになったことは、まことに時宜を得たものと思われる。

#### 2. 種々の評価方法と欠点

教育効果の評価方法としては多くのものがあるが、一般によく用いられるものは、1) 論述試験、2) 口頭試験、3) 客観試験の三つであり、このほかに実地試験、観察試験、レポート作成などが特別の目的に用いられる。

論述試験はもっとも広く用いられている方式であるが、1) 問題の数をあまり多くすることができないので極めて狭い範囲のことしかテストできない、2) 答案の優劣採点を客観的に行うことが困難、3) 採点に時間がかかる、4) 問題が不用意に安易に作られるおそれがある、5) 採点される学生の他の状況が採点に影響する可能性 (halo 効果) などの欠点がある。

口頭試験は、1) 評価基準の一定化が困難、2) 客観的判定が困難であるだけでなく信頼性 (再現性) が不十分、3) 試験者とのやり取りの際に解答のきっかけを与える可能性、4) Halo 効果の可能性が強い、5) 時間がかかりすぎる、6) 受験者によって問題が異なる場合は一層優劣比較が困難、などの欠点があるので、これだけで重大な判定をするのは避けるべきである。

客観試験は多選択肢試験 (multiple-choice tests) とも呼ばれ、一つの設問に対しいくつかの解答 (選択肢) を示し、このうちからもっとも適当と考える解答を受験者に選ばせる方法であるが、1) 問題作成に特別な技能が必要、2) 問題作成に時間がかかる、3) 知識や理解の程度などの測定に

はよいが、分析能力や総合能力などの測定には不適當、4) 当てずっぽうで正解できる可能性、

5) うろ覚えでも正解できる可能性、などの欠点がある。それにもかかわらず客観試験の採用をよしとする条件がつぎのように多々ある。

#### 3. 客観試験の意義と利点

試験をする場合に必要なのは、1) 客観性 (誰が実施しても等しい採点ができる)、2) 妥当性 (測定目的のものが正しく採点できる)、3) 信頼性 (一定の対象群について同一試験を反復して行なった場合同一の採点ができる) の三つである。論述試験、口頭試験、実地試験などに共通した欠点は主観的になりやすいということである。

ところが客観試験はあらかじめ与えられた解答のなかから選ぶのであるから、1) 採点が客観的に行えることはもちろん、つぎのいろんな利点がある。2) 一定時間に多数の問題の解答が可能なので広い範囲の出題が可能で山がかけにくい、

3) 正解が出題時に決定されているから採点は客観的かつ機械的に実施でき、評価に高い信頼性があり、採点の際潜在的偏見 (halo 効果など) を除去できる、4) 問題の難易度を変えることによりレベルの調節が容易、5) 問題が多数出せるからよいと思う問題を再使用できる、6) 一度問題を作っておけば、多人数を対象にしたり、試験回数も多くしても、採点に時間をとらず、出題者以外の者でも採点できる、7) 学生および教師の両者に対して詳細なフィードバックが可能であり、教育効果の判定、改善に役立たせることができる。

しかし前述のような欠点があることと、問題解決能力、精神運動、感情などの測定には不適當だから、他の方法と適当に混用することが望ましい。

#### 2. 客観試験問題の作り方

(順天堂大, 医学教育研究室) 吉 岡 昭 正

##### 1. はじめに

教育を実施する際に重要なことは、いかなる目標を設定し、いかにして学習者その目標に達成させるかを先ず十分に吟味することである。評価はこのような教育のプロセスにおいて二つの大きな意味を持っている。そのひとつは、学習者と教師の双方に対して、学習プロセスにおける目標への到達度をフィードバックさせるためのもので、

形成的評価と呼ばれるものである。他のひとつは、学習者が最終目標に到達したか否かを判定する総括的評価と呼ばれるものである。

Bloomらは教育目標を認知領域、精神運動領域(技能)、情意領域(態度)の三つに大別し、この各々の領域をいくつかのレベルに分類している。これらに関してはB. S. Bloom著、梶田他訳「教育評価法ハンドブック」1973、第1法規、を参照して頂きたい。医学教育、その内の一部である生理学教育においても、この3領域についての教育目標を設定することが重要であり、その各領域に適した形成的または総括的評価が必要になって来る。現在わが国の医学教育においては認知領域のみに評価が偏り過ぎている嫌いがあるが、本問題に関しては今回はとりあげないことにする。

本日のテーマである客観試験は、主として認知領域の低レベルの行動、すなわち知識・理解・応用・分析の如き行動を評価するのに適した試験形式である。論述試験や、口頭試験は、上記の認知領域レベルを含め、さらに総合、評価というようなレベル、問題解決力をも測定が可能であり、学内の試験においては、より広い領域の測定に便利な客観試験と、より高レベルの測定可能な論述または口頭試験との組合せが適当と考えられる。さらに近年simulation testのごときより総合的な能力を測定できる新しい問題形式が生れつつあるが、まだわが国では用いられていない。

以上の前提を理解されたものとして、客観試験の具体的な作成方法に話を進めたい。なお、客観試験の意義と、実際の結果の解釈やフィードバック法については、他の演者にお譲りしたい。

## 2. 客観試験問題作成についての一般的注意

問題作成に当って、知っておくべき一般的注意を箇条書きにして記す。

1) 試験問題は、教授目的の内容に適合していただなければならない。些末すぎる情報、専門的すぎる情報、日常知っている必要のない薬用量や諸数値が含まれてはならない。

2) 試験問題のレベルは、教授目的レベルに適合していただなければならない。通常むずかしすぎる問題や、易しすぎる問題は、受験者の学力を効果的に識別できない。問題の難易度は問題形式と選択肢の作り方によって自由に変えることができる。

3) 試験問題数は、試験しようとする領域を広

くカバーできるだけの数が必要である。少なすぎれば教授目的への到達度の測定が不十分となり、また信頼性が不十分となり易い。多すぎれば受験者のスタミナに影響を与える。

4) 客観試験によって測定できる認知領域の行動としては、知識、理解力、鑑別力、データ解釈力、応用力、分析力、合成力、総合的問題解決力等の低次から比較的高次レベルのものまでがあげられ、またこれらは問題形式と深く関連する。

5) 不十分な準備で、誤った問題を作成したり、誤った形式を選択したり、測定不能なことを測定しようとしてはいけない。

6) 問題の良し悪しは、内容、レベルと共に、適当な識別力があるか否かで定まる。識別力とは問題が学力の高い受験者と低い受験者とを効果的に識別しうる程度を表わすものである。

7) 問題の焦点は明瞭かつ正確に示されていなければならない。不明瞭な言葉は受験者の誤まりを誘い、問題の妥当性を壊す。

8) 問題には、解答に必要なすべての条件が含まれていなければならない。不必要な情報や、無駄な文学的表現などは避け、問題文が長すぎないように注意すべきである。

9) 問題文または選択肢の中に、不用意に正解の手がかりになるようなものを含めてはいけない。長く精密に書かれた選択肢、問題と正解選択肢の中に共通要素を入れること、不注意な文法上の手がかり、「すべて、全く、常に、全然」のごとき言葉を入れることなどが手がかりとなる可能性がある。

10) 問題のポイントに対して、妥当な問題形式が選択されなければならない。形式によって問題の難易度は異なって来る。

11) 選択肢の数は原則として5肢が好ましいが、場合によっては4肢でも已むをえない。選択肢の数が少なすぎれば当て推量のチャンスが増し、多すぎれば問題作成および解答が困難になり過ぎる可能性がある。

12) 正答選択肢は原則的には確実に一つでなければならない。(次善解答に対して配点する場合もあり得るがこの場合は問題作成が一層困難になる。)しかし不正選択肢が一見して明らかに誤りであると分るものであってはならない。明瞭に誤まりと分る選択肢は、選択肢の数が少ないことと同

じである。

13) 正答選択肢を択一するのに非常に困難な二つ以上の選択肢が含まれてはならない。どちらも正解と考えられるもの、統計報告によってどちらを正解と判断してよいかわからぬものなどがこれに相当する。

14) 選択肢はすべて対等の地位にある、同一範疇の事象であることが好ましい。

15) 各選択肢は長さがほぼ等しく、またあまり長すぎたはいけない。ことに一つの選択肢の中に正しい叙述と誤った叙述を含めて長文にすることは好ましくない。

16) 選択肢の配列は論理的順序に従うことが好ましい。

17) 正答の位置が特定位置に偏ってはならない。

18) 表現は明確であること。ことに度合いや量に関するあいまいな表現に注意すること。

19) 二重否定は好ましくない。

20) 表、図、グラフ、写真を使用する時は、問題のポイントに対して適切なものを選ばねばならない。またその印刷は明瞭でなければならない。

### 3. 問題作成のプロセス

問題作成は次の順序にしたがって行なうことが望ましい。

1) 試験すべき科目領域のアウトラインを設定する。この際試験に含まれるべき範囲内の必要な素材を、そのウエイトにしたがって決定する。

2) 可能ならば、実際の問題に変換しうる、すなわち問題の基本となる文章のリストを作っておけば、その後の問題作成のために繰返しこれを使用しうるので便利である。

3) 次いで試験形式を選択する。この際にはこの試験で認識領域のどのレベルまでを測定しようとするかが考慮されねばならない。ただし、試験時間が長く問題数が多ければ、いくつかの形式を含めることができるが、短かい試験の場合には、形式はひとつの方がよい。

4) 次いで問題を作成し、同時に正解を決定しておく。

5) 次いで解答方法の注意を作成する。これは解答の仕方を受験者に明瞭に要領よく伝えるものでなければならない。

6) 問題形式ごとにまとめれば、受験者は解答

方法を誤まることなく解答し易い。解答方法が異なる問題形式に移る時には、解答方法の変ったことを確実に提示しなければならない。

7) 正解が同じ位置に偏らないように調節しなければならない。

8) 一つの問題が、他の問題の解答に手がかりを与えるものがあってはならない。また一つの問題を誤ると、次の問題も誤るような形の問題は好ましくない。

9) できるだけ以上の問題作成作業は複数の教員で行なうべきであるが、もし単独で作成しなくてはならぬ時は、他教員のチェックを受けることが好ましい。

10. 以上の作業終了後に問題を印刷に送り、厳重な校正を行なう。また図表、写真等を用いる時は、ことに明瞭な印刷に注意しなければならない。問題が2ページにまたがらぬことが好ましい。

### 4. 客観試験問題形式

客観試験問題の形式には次のとき種類がある。試験しようとする認知レベルの高さ、難易度などによって、問題形式は選ばれるべきである。問題数は試験すべき範囲と試験時間によって決定されることであるが、多すぎもせず、少なすぎもせず、しかも範囲全体をカバーできる問題数を決定すべきである。試験時間は難易度、レベル、問題の長さ等によってきまるものであるが、単純な問題なら1問40~60"複雑な問題なら1問60~90"程度が妥当であろう。

次の形式名でアルファベットで表わされているものは、米国の National Board で使用されている名称である。また例題は生理学の問題でないことをお断わりしておく。

#### (1) 単純真偽形式 (simple true-false type)

→設問に対して真(○)また偽(×)で答えさせる形式

(例題1) 次の各文が正しければ○を、誤っていれば×を、各文の前にある( )内に記せ。

リュウマチ熱の急性再燃が起った小児に通常見られる所見は

(○) 1. 血液が促進する

(×) 2. 心電図 P-R 間隔が延長する

(○) 3. ASLO 価が上昇する

(×) 4. 皮下結節を生ずる

変形-1

(例題2) 次の文が正しければ○を、誤っていれば×を、各文の前にある( )内に記せ。

なおアンダーラインを引いた語句は正誤を判断する鍵であるが、もしも誤っている場合は、その下の □ 内に正しい語句を入れよ。

(×) ヒスタミンに反応する胃液分泌は胃癌の際に消失する。 □ 悪性貧血

変形-2. 関係分析 (type e)

(例題3) 「牛乳は母乳より乳児の哺育に望ましい」なぜなら「牛乳の方がカルシウムを多く含んでいる」からである。

(解答方法)

主文	理由文	因果関係	解答
正	正	正	A
正	正	誤	B
正	誤	正	C
誤	正	正	D
誤	誤	正	E

解答 (D)

(2) 多肢選択形式 (multiple choice type)

単純択一形式 (type A)

- ┌ ー真選択形式
- └ ー偽選択形式

次の問題には五つの選択肢があげられている。その中で最も正しいものを一つ選べ。

(例題4) リウマチ熱の再発を予防する最も効果的な薬剤は

- A. アセチルサリチル酸
  - B. パラアミノ安息香酸
  - C. ACTH
  - Ⓓ. ペニシリン
  - E. コーチゾン
- 
- A. アセチルサリチル酸
  - B. パラアミノ安息香酸
  - C. ACTH
  - D. コーチゾン
  - Ⓓ. 上記のいずれでもない
- 
- A. アセチルサリチル酸
  - B. パラアミノ安息香酸
  - Ⓓ. ペニシリン
  - D. コーチゾン
  - E. 上記のいずれでもない

次の問題に五つの選択肢があげられている。その中で最も問題に該当するものを一つ選べ。

(例題5) 能動免疫が適用されない疾患は次のうちのいずれか

- A. 結核
- B. 天然痘
- C. 灰白脊髄炎
- Ⓓ. マラリア
- E. 黄熱

変形-1. 図表を用いた問題

(例題6-8) 下記のグラフは出生直後のマウスの湿重量, DNA, RNA, 蛋白質, 脂質の含有量の増加を示している。このデータを参照して次の三つの質問に答えよ。

(6) 急速な細胞分裂が終わるのはいつか?

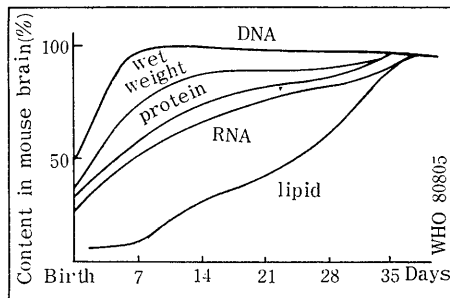
- 1. 誕生時
- 2. 7日目
- 3. 14日目
- 4. 21日目
- 5. 28日目

(7) 髄鞘化が始まるのはいつか?

- 1. 誕生時
- 2. 7日目
- 3. 14日目
- 4. 28日目
- 5. 35日目

(8) つぎのどの比率が、細胞内容の平均増加による発育を最もよく表現しているか?

- 1. 湿重量/RNA
- 2. 湿重量/蛋白質
- 3. 蛋白質/湿重量
- 4. 蛋白質/脂質
- 5. 蛋白質/DNA



(3) 組合せ形式 (matching type)

→密接な関連のある薬剤, 病因, 適

応、徴候、症状、診断等の鑑別という医学的に重要な能力をみるのに適した形式の問題

### 1) Type B

次にA～Eの五つの項目と、番号を付した問題が並んでいる。各問題に最も関係の深い項目をA～Eより一つだけ選んで問題の前の( )内に記せ。A～Eの各項目は一つあるいはそれ以上の問題に関係することもあるし、またどの問題にも無関係の場合もありうる。

(例題9-12)

- A. 左室肥大
  - B. 肺性心
  - C. 僧帽弁および大動脈狭窄
  - D. 肺動脈弁下狭窄
  - E. 心拡大を伴わないうっ血性心不全
- (B) 9 長期持続珪肺症  
 (E) 10 収縮性心外膜炎  
 (C) 11 リュウマチ性心疾患  
 (A) 12 高血圧症

### 2) Type C

(例題13-15)

- A. Plasmodium vivax malaria
  - B. Plasmodium falciparum malaria
  - C. 両者
  - D. いずれも異なる
- (A) 13 プリマキンとクロロキンの併用が急性発作の治療に選択される。  
 (C) 14 流行地にいる間、1週に1回クロロキンを服用すれば発作は抑制できる。  
 (D) 15 1週に1回クロロキンを服用すれば感染を予防できる。  
 (4) 多真偽形式 (multiple true-false type)  
 → 1主題についての選択肢の正しいもの、または誤っているものを、総合的に選択させる形式で、総合的理解力を見ようとするものである。

### 1) Type K

次の問題に対して、一つまたはそれ以上の選択肢が正解である。次のコードにしたがって解答せよ。

- 1, 2, 3が正しければ……A  
 1, 3           "       ……B  
 2, 4           "       ……C

4のみ       "       ……D

すべて       "       ……E

(例題16) 例題1と同じ

リュウマチ熱の急性再燃が起こった小児に通常見られる所見は

1. 血沈が促進する
2. 心電図P-Rが延長する。
3. ASLO 価が上昇する
4. 皮下結節を生ずる

正解 B

2) Type X…選択肢の一つ一つの正誤を求めるもの。すなわち、例題1が type X そのものである。

3) Type K'…type K が解答コードを一定に定めているのに対して、type K' は二つまたは三つの解答の組合せコードを問題ごとに指示するもの

(例題17) ネフローゼ症候群の血清蛋白の変化について正しい組合せはいずれか

1. 低蛋白血症
2. 低アルブミン血症
3.  $\alpha_1$ グロブリン増加
4.  $\alpha_2$ グロブリン増加
5.  $\alpha$ グロブリン増加

A 1, 2, 3    Ⓐ 1, 2, 4

C 1, 2, 5    D 1, 3, 4

E 2, 4, 5

Type K では正しい解答の数が指示されていないのに対して、type K' ではこれが指示される点異なる。

(5) 単純再生形式 (単純な答えを求める形式)

(例題18) 低色素性小球性貧血の形をとる最も多い貧血は何か       答 (鉄欠乏性貧血)

これは解答を受験者自身に書かせる問題形式であることが、1～4までの問題形式との大きな差異である。

(6) 完成形式 (単純再生形成の複合形)

(例題19-21) 次の□□内に適合した言葉を入れよ。

痛風は血中の [19] が増し、[20] 関節部の骨から病変が始まり、局所に発作性疼痛を起す慢性疾患で、この疼痛に対しては [21] の投与が有効である。

答 19 尿酸   20 趾   21 コルヒチン

例題22-24において、その各々に選択肢を作って、これから正解を選択させるならば2の多肢選択形式の1変形となる。

(例題19-21)

- 19 A尿素 ⑩尿酸 C蔞酸 Dコレステロール Eアミノ酸  
 20 A股 B膝 ⑨趾 D肘 E指  
 21 Aサルチル酸 Bコーチゾン Cアロプリノール ⑩コルヒチン Eデメコルチン

### 5. 結語

客観試験問題の作成には確かにある程度の技術が必要である。この技術を向上させる方法は実際に問題を作成し、複数の教員で検討し、実際のテストに使用し、その結果を分析し、その後の問題作成にフィードバックさせて行くという努力以外にはないものとする。

## 3. 客観試験の実際

(順天堂大, 医, 第二生理) 真島英信  
 生理学の教育に客観試験を導入してまだ数年にしかないので十分な紹介はできないが、乏しい経験から客観試験の実際についてまとめてみたい。

### 1. 客観試験の長所

試験にはいろいろのやり方があるので、その長所を生かして行うことが大切である。

客観試験の長所としては

- 一定時間内にテストできる項目数が増す。(記述試験では非常に少なくなる)。
- 学生にも教員にもフィードバックできる。
- 問題の難易度を調節できる
- 採点が容易で採点基準を一定に保てる。

それで客観試験といわれるわけである。

- 問題の良否、識別性をチェックできる。

などが挙げられよう。逆に短所としては問題作製に時間がかかることが挙げられるが、これは馴れれば大したことはなく、記述試験で採点に時間がかかることを考えれば、欠点とはいえない。

しかし論理を組立てて書き下すという能力も生理学では重要なので、記述試験も併用することが望ましい。

### 2. 例題

客観試験問題の形式にはいろいろあるが、通常は type A (1正解形式) と type K (多真偽形式) だけで十分と思う。馴れるにつれてその他の形式の問題を混ぜるようにするとよい。

#### (例題1) Type A

骨格筋に作用して拘縮を起させるが、膜電位には変化を来さない薬物はどれか

- ニコチン
- アセチルコリン
- エクオリン
- カフェイン
- ベラトリン

#### (例題2) Type A

骨格筋を生理的食塩水に浸けると起る現象は

- 拘縮
- 細動
- 残生
- 変性
- 上記のいずれでもない。

これも type A であるが、Eに“上記のいずれでもない”という選択肢が入ったために A-D 以外の現象も知っていないと答えられなくなる。この場合はBが正解であるが、A-Dの中に正解を入れておかないようにすることもできるわけである。

あるいは A-D をすべて正しいものとしておいて、Eに“上記のすべて正しい”という選択肢をおく方法もある。このようにして type A だけでもかなり豊富な内容の問題が作れるはずである。

#### (例題3) Type K

神経線維の興奮伝導速度が大きくなるのは次の場合か

- 温度を高くするとき
- 軸索の内部抵抗が小さいとき
- 外液の  $\text{Na}^+$  濃度を増すとき

- 1のみ正しい
- 1, 2のみ正しい
- 1, 3のみ正しい
- 2, 3のみ正しい
- すべて正しい

Type K では1, 2, 3の条件のすべてについて正しく知っていないと正解できない特徴がある。条件は通常四つ提示するのが普通であるが、幾つでも構わない。

3. 試験結果の処理

試験が終わったならば次の手順で整理するのが便利である。

a. 一覧表の作製

表1のように、各学生が各問題のどれに印をつけたかを記入する。正解のものには○をつけておく。この表を横に見ながら各学生について正解数を数えて記入する。これがスコアになる。

表1. 一覧表

問題 学生	1	2	3		50	正解数
1	B	ⓑ	D		ⓑ	25
2	ⓓ	E	C		A	20
3	A	ⓑ	ⓓ		C	30
4	C	A	ⓓ		D	23
83	ⓓ	A	ⓓ		ⓑ	32

A	B	C	D	E
8	2	11	52	10

b. 難易度の算出

次に表を縦に見ながら各問題について各選択肢が幾つ選ばれたかを数える。たとえば問題1についてはA8, B2, C11, D52, E10である。この場合正解はDであるから、問題1の難易度  $P = 52/83 = 0.63$  となる。これは63%の学生が正解したことを意味する。

c. 識別指数の算出

次に全学生のスコアを見て上位約1/4の者と下位約1/4の者を選び出す。同点の者があるから機械的にはいかないが、学生数が80名なら上位20名と下位20名の答案について各問題毎にどの選択肢が選ばれたかをチェックする。

たとえば例題1について以上の操作を実行してみると表2のようなになる。

上位者の正解率は  $15/20 = 0.75$  であり、下位者

表2. 識別係数の算出

	A	B	C	ⓓ	E	計
全学生	8	2	11	52	10	83
上位者	0	1	0	15	4	20
下位者	5	1	6	10	2	23

のそれは  $10/23 = 0.42$  である。ここで両者の差  $r = 0.75 - 0.42 = 0.33$  を識別指数という。識別指数が高いほど良い問題といえる。全員が正解 ( $P = 1$ ) である問題や全員の出来のない ( $P = 0$ ) 問題は  $r$  もゼロとなり識別力がないわけである。  $0 < P < 1$  のとき  $r$  の最高値は1になりうるが、現実にはそういう問題は作り難く、通常  $r$  が  $0.3 \sim 0.4$  なら良い問題といえる。場合によっては  $r$  がマイナスになることもある。上位者の方がかえって解けなかった場合で、問題に何等かの欠陥があることが考えられる。

3. 客観試験実施上の一般的注意

a. 普通1題1分位の時間でよい。50~60題として1時間が適当であろう。

b. 採点后、各問題についてP値、r値を求める。Pが0.9以上または0.1以下の問題は場合によっては採点から除外する。r値がマイナスになるような問題も同様である。

c. 学生に対して試験結果を全体としてあるいは個別にフィードバックしなければならない。

d. 問題は次年度にも使えるが、そのときどの学生も選ばなかったような選択肢は変える工夫が必要であろう。

e. 毎年良い問題を残しながら貯めていくことにより、試験の目的に応じた難易度の問題を組み合わせることで出題することが可能となる。

f. 実際には客観試験30~60分、記述試験30~60分程度になるように組み合わせた試験が理想的と思う。もっとも同じ学生に両方の試験をやってスコアを比べてみると非常に高い相関がある。しかしまれに非常にスコアの違う学生があるからである。

## 〔会報〕

## 日本学術会議第66回総会報告

第9期最後の総会は昭和49年10月22～24日の間開催された。新垣義一（琉球大学）、緑間 栄（沖縄国際大学）の両教授がオブザーバーとして出席した。

## 〔報告〕

会長の報告を承認した後、両副会長から所管事項の報告があった。とくに会長は、物価高騰にともなう補正予算提出に関して文部・大蔵事務次官との懇談結果について詳細に報告した。また伏見副会長によれば、ICSU 総会が各加盟ユニオンに対し以下のことを勧告した。そこでは各国で開かれる国際シンポジウム等を主催する組織委員会がその出席者の入国を文書で保障することを求めている。

学術体制委員会の「学術体制基本問題小委員会最終報告」については、その内容と異なる意見の掲載について意見の交換が行われた。また沖縄問題特別委員会の報告にかかわって、前記新垣琉球大学教授から沖縄問題に関する本会議の積極的な取組みについて謝意が表明され、拍手がわいた。

## 〔提案審議〕

第9期最後の総会にふさわしく、提案は多方面にわたった。また各提案に対しきわめて活発な審議が行われ、勧告11、要望1、申入れ2、声明1及び申合せ3の計18件が採択された。これらの多くは、原子力をはじめ国民生活に直接関る科学技術の開発に関する多面的な勧告・申入れ等である。

まず第9期の審議の取りまとめ『科学技術政策の基盤』（総頁数424頁）を全国の科学者に公表し、こんご検討を深めることを申し合せた。また『「科学技術の基本的なあり方」について』の基本的な考え方を、広く科学者・技術者の討議に付するための「案文」として採択した。さらに「原子力安全の全般的な課題解決のために」（勧告）で、原子力開発の現状を憂慮し、原子力安全性確保のための必要な原則を明示したうえで、原子力の安全性を確保する課題の解決のため政府が本会議に協力を求めるよう、また本会議としては科学者と結びついて政府の要請に全面的に協力する用意があ

る旨を勧告することにした。

国土問題については国民的合意と科学的計画性を求めた「国土問題に関する提言」を声明するとともに、地域と産業技術の「開発に関する事前評価について」申入れ、開発中及び開発後の事態に対する評価のため種々の措置を求めることにした。また物価指数をあらわす方法を検討研究する常設の中立的な委員会を設けることを、「物価指数の改善のための体制整備について」の申入れで求めることにした。その他鉱物・生物資源とエネルギーに関する今後の研究の基本姿勢を提示した「資源エネルギー関係の研究体制について」および「我が国における平和研究の促進について」多くの措置を求めたがこれらの勧告はいずれも、本会議の活動の拡りを示すものである。

学術情報・資料の効果的な利用体制に関して以下四つの勧告が採択された。すなわち「諸専門分野別の研究情報センター（仮称）の設置促進について」、「ヨーロッパ系言語・文学研究資料情報センター（仮称）の設立について」、「人文社会科学系外国図書に関する大学共同利用図書館の設立について」および地域問題に対する資料センターの設置を各地に求めた「地域問題および地域計画学研究的促進について」である。

科学者の待遇問題に関し、「国立・公立・私立大学研究・教育者の給与その他研究・教育条件の大幅改善とりわけ格差是正について」（要望）、「定年制または高令による大学退職研究・教育者の老後保障特にその研究・生活条件の改善について」（勧告）が採択された。その審議に際して、両案とも大学関係者に限定せず、国公立研究機関の研究者をも対象とすべきであるという意見がのべられ了承された。

大学の研究・教育条件の改善に関し「私立大学助成に関する法律の制定について」の勧告案が上程され、大学以下の私立学校の場合も含めた表題に変えて採択された。また「人類遺伝学の推進と国立遺伝衛生研究所（仮称）の設立について」、「放射光総合研究所（仮称）の設立について」の二つの勧告を採択した。

第9期の最初の総会で問題になった「期の当初における会長および副会長の選挙について」、10期会員当選者の選挙公報ならびに日本学術会議法および会則を事前に配布することを申し合わせ

た。

今総会の出席率は、第1日目から3日目まで、それぞれ85, 83, 83%であった。

(日本学術会議広報委員会)

### 〔編集後記〕

この8, 9月合併の学会号は1年中でもっとも厚く、またもっともよく読まれる号です。これ以外の号は御存知のとおり最近いちじるしく薄くなりました。雑誌発行のための諸費用、特に組版代のいちじるしい増加のため、学会会費を今のままですえおくと、どうしてもこのようにせざるを得ないのです。平均45頁ですが、そのうち10頁は広告ですので本文35頁ということになります。来年はもっと薄くなるおそれがあります。

先号でお知らせしたように、原著論文、短報の全頁の費用を著者に負担していただくようになったのはこのような事態を防ぐためです。発表のための公的費用を各研究者が予め手当てしておくこと

により、この変更の影響が最小に止まることを祈るほかはありません。

明るいニュースがないわけではありません。皆様方および印刷所の御協力により、毎号のおくれは着実に短縮さつつあります。少くとも広報誌としての機能は向上しつつあるとよいでしょう。

49年7月現在の試算では原著、短報等の著者の負担は1頁当り1万円弱となります。2頁の短報なら2万円で済むわけです。本誌の速報誌としての役割がもっと認識されてよいのではないのでしょうか。既に御存知と思いますが、短報は英文でも和文でもよいのです。別刷は特に上質の紙を使いますので2頁の短報でも別刷となると仲々見栄えのするものとなります。(入内島十郎)

## 日本生理学会会費お払込みのお願い

昭和49年度会費4,000円未払いの方はお忘れなく至急お払込み下さい(振替用紙は36巻1号に挿入してあります)。

なお、教室、研究所などでは、まとめてお払込み頂ければ幸いです。

また、お払込みは必ず郵便振替または現金書留をお願いします(普通郵便に現金または小為替の同封は紛失の例がございます)。

〒113 東京都文京区本駒込 2-28-21

東洋文庫内

日本生理学会事務局

振替口座東京 86430

電話 (03) 945-2840

### 編集委員

塚田 裕三(幹事)	入内島 十郎	酒井 敏夫
植村 慶一	戸塚 武彦	大島 知一
村田 計一	菅野 富夫(北海道)	星 猛(東北)
新島 旭(関東)	東 健彦(中部)	品川 嘉也(近畿)
入沢 宏(中・四国)	栗山 照(九州)	

# 静岡協が新しい会社を設立……

医薬、食品添加物、農薬、化粧品、化学物質等の諸物質に関する安全性試験をお引受けいたします。

生産から試験終了まで、一貫してSPF施設で実施

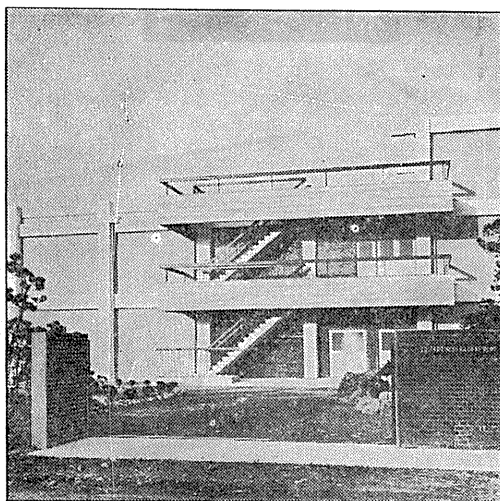
## 〈 受 託 項 目 〉

- ◇ 一般毒性試験
- ◇ 催奇性試験
- ◇ 発癌性試験
- ◇ 世代試験
- ◇ 刺激性試験
- ◇ 組織標本の作成並びに検査

## 株式会社 生物科学技術研究所

〒430 静岡県浜松市葵町95番地の10 TEL(0534)36-1957

## —Barrier System(SPF) 実験動物の生産販売—



### SPF 動物

- マウス SLC-ddY (国立予防衛生研究所)
- マウス SLC-ICR (Charles River )
- ラット SLC-SD ( )
- ラット SLC-Wistar (東大医科学研究所)
- ラット SLC-Fischer ( )

### 普通動物

- マウス ddY/S (国立予防衛生研究所)
- モルモット Hartley ( )
- ハムスター Golden ( )
- ラット Wistar (東大医科学研究所)

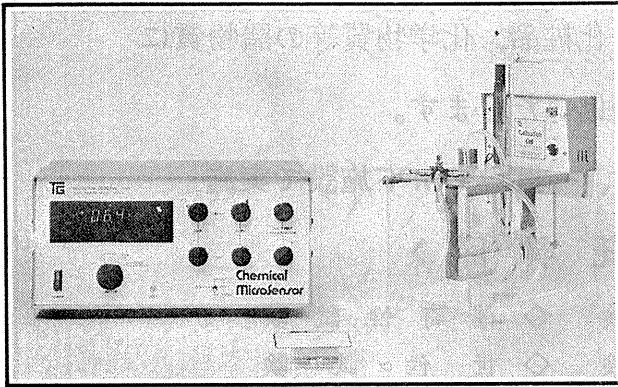
カニクイザル アカゲザル 輸入検疫9週間経過後出荷

## 静岡県実験動物農業協同組合

〒435 静岡県浜松市小池町1616番地 TEL(0534)63-0865代

# Chemical Microsensor MODEL 1210

新発売



PO<sub>2</sub>, PH<sub>2</sub>

測定に最適!

## 《特徴》

- 細胞レベルでのPO<sub>2</sub>およびPH<sub>2</sub>測定に最適。
- 測定値は読みやすいデジタル表示。
- 濃度単位はパーセントとmmHgで表示、電極分極はボルトで表示。
- アナログおよびBCD出力端子付。

## 《概要》

本装置は、生物組織中の溶存酸素を測定したいという研究者の強い要望によって生まれたものです。多くの研究室では組織における低酸素症を起こす心臓病の研究がなされています。例えば冠状動脈を閉塞することにより擬似的に血栓症を引き起こし本装置で酸素圧変化をモニターできます。

# Neuro Graph

# MODEL N-3

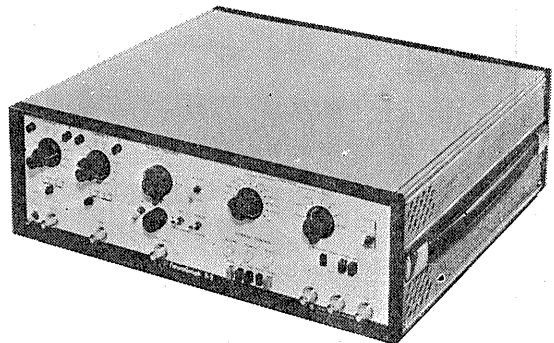
## 波形記憶装置

新製品

ニューログラフN-3は医学、生理学研究における高速の生体現象を的確に捉え、記憶するための全く新しい波形記憶装置です。

## 《特徴》

- 高速の生体現象を記録および記憶させます。
- 記憶されたデータをチャートレコーダーで描ける様にゆっくり読み出します。
- ストアレイジオシロスコープや写真撮影の必要はありません。



日本総代理店

本社 東京都中央区日本橋室町4-3 〒103 ☎(03) 241-2444(代表)

室町機械株式会社

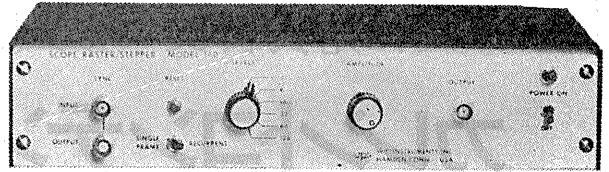
支店 大阪市東区道修町3-17(高原ビル2階) 〒541 ☎(06) 227-0182

# SCOPE RASTER/STEPPER

## MODEL 140

### 《新製品》

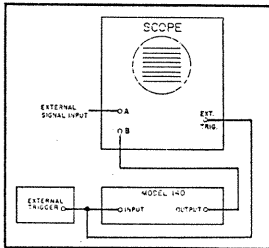
- より広範囲なデータ表示装置
- オシロスコープの機能を拡大



#### 《概要》

140型スコープラスター/ステッパーは簡単で経済的なD-Aコンバーターであり、データをより広範囲に表示するために設計されています。本装置はオシロスコープのトレース（掃引幅）を通常の長さの128倍まで効果的に伸ばします。

#### 主な使用例

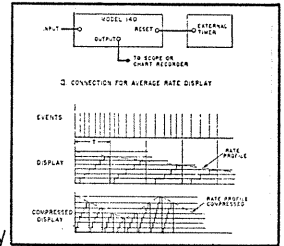


1. Raster Mode

Fig. 1

2. Dotted Display

Fig. 4



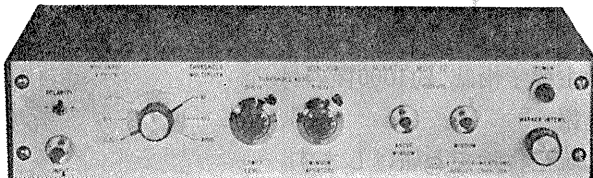
3. Contour Display

4. Average Rate Display

# WINDOW DISCRIMINATOR

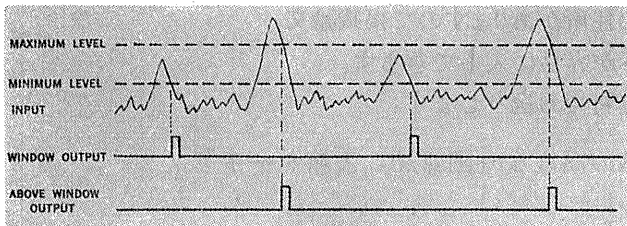
## MODEL 120

### 《新発売》



#### 《概要》

本装置は、増幅度“ウインド”のレベルを設定することにより、入力波形の上端部がこの設定レベル内に入ると本体の出力部にパルスが発生する様に設計されています。設定レベルラインはオシロスコープに表示されます。



日本総代理店

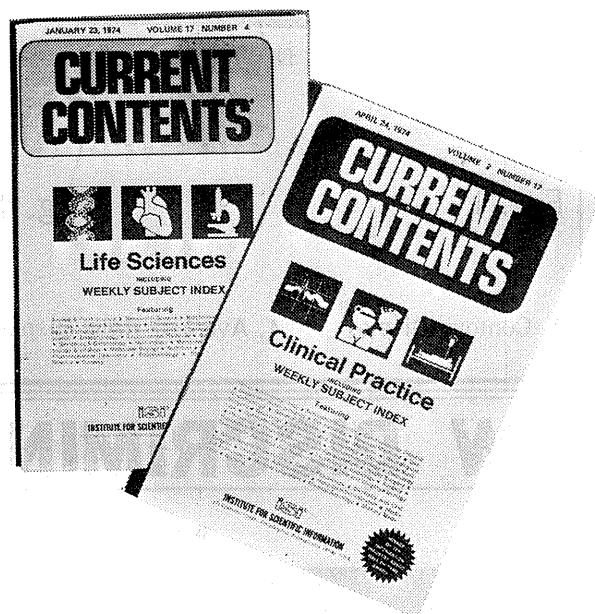
本社 東京都中央区日本橋室町4-3 〒103 ☎(03) 241-2444(代表)

室町機械株式会社

支店 大阪市東区道修町3-17(高原ビル2階) 〒541 ☎(06) 227-0182

あなたと同じテーマの論文……?  
すでに発表されているかも知れません。

# カレントコンテンツで 探して下さい。



1. いずれも世界の主要学術誌 約1000種の目次を発行前に速報
2. 毎週航空便又は航空貨物でお届けします。
3. 英文以外のタイトルも英訳されています。
4. 巻末に著者の住所がありますので掲載論文のリプリントが容易に入手できます。
5. 実物見本を無料でお送りします。

当社は、自然科学領域の高度な外国雑誌、書籍を一手に取扱っています。

日本販売総代理店

**株式会社ユー・エス・エシアテックカンパニー**

本 社/東京都港区新橋1丁目13番12号(堤ビル) 電話 東 京(502)6471 (代)  
大 阪/大阪市北区堂島船大工町14番地(日昭ビル) 電話 大 阪(341)5291・(344)3177  
名古屋/名古屋市中区種木町3丁目17番地 電話 名古屋(931)2601 (代)

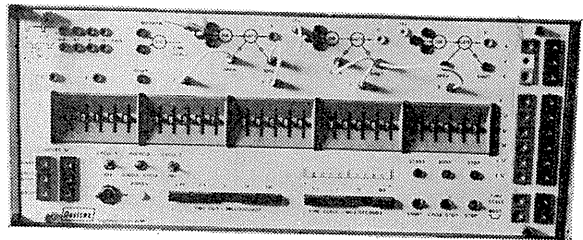
# Digitimer

Research Instrumentation

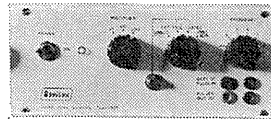
ソリッドステート装置を用いデジタル方式を採用  
画期的な最高精度と使い易さを誇る現代生理学研究に不可欠な刺激装置

## 〔特徴〕

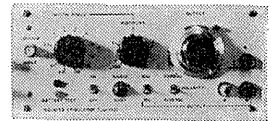
- 時間は5桁の数値を10マイクロ秒のステップで変化可能、リセットも正確。
- ゲート回路の使用で正確な持続時間と数のパルスを作れる。
- 本体一台で独立に4チャンネルのパルスを発生可能。
- アイソレーター使用によりパルス幅を50マイクロ秒から1秒まで可変。
- 出力インピーダンスは（出力電圧のどのレンジでも）1300オーム以下である。そして、短絡に対しては自動的に保護される。
- 実際の神経刺激に際しては出力電圧はダイヤルメモリーと一致する。



Digitimer 3290

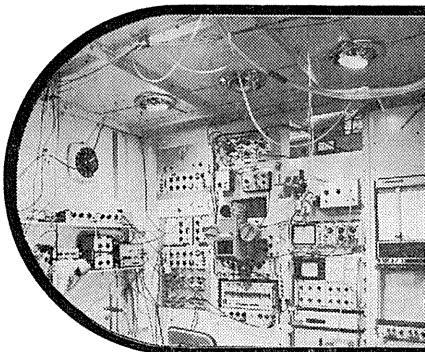


Gated Pulse Generator  
2521



Isolated Stimulator 2533

☆その他、電気生理学装置としてモジュラー形式によるNeurologシステムも別に用意されております。カタログ、一覧表などを御希望の方は御一報下さい。



## 取扱製品

Digitimer 3290

Digitimer 4030

Isolated Stimulator 2533

Dual High Voltage Stimulator 3072

Gated Pulse Generator 2521

Relay Unit

Logic Unit 3080

Photic Stimulator 3182

Counter Timer 3251

その他

Neurolog System Instruments

英国ディジタイマー社(旧名デバイス社)日本総代理店

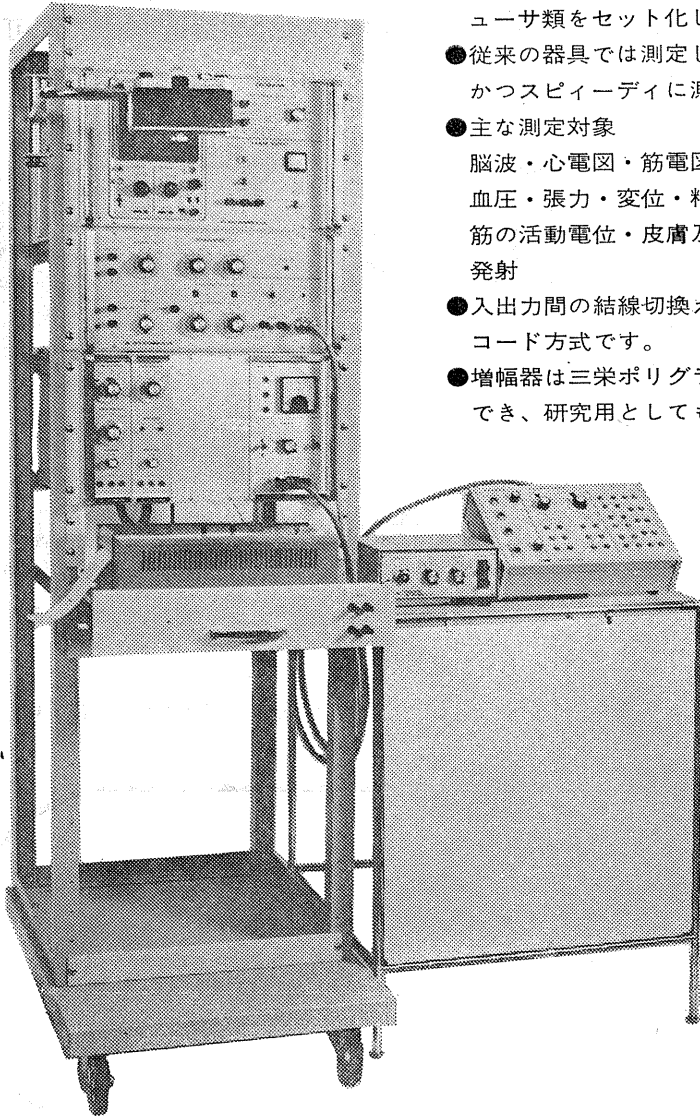
ドッドウェル エンド コムパニーリミテッド輸入物資部

東京都千代田区丸の内1-4-2(東銀ビル)・03(211)2141内線424or429

# 効率的なグループ実習を可能にする 生理学学生実習装置

**NEW**

★新製品★



- MEの実習に必要な機器、電極、トランスジューサ類をセット化してまとめてあります。
- 従来の器具では測定しにくかった現象を正確かつスピーディに測定できます。
- 主な測定対象  
脳波・心電図・筋電図・心音・脈波・呼吸・  
血圧・張力・変位・精神電流現象・神経及び  
筋の活動電位・皮膚及び筋紡錘よりの求心性  
発射
- 入出力間の結線切換えは実習に便利なパッチ  
コード方式です。
- 増幅器は三栄ポリグラフのものを共通に使用  
でき、研究用としても十分使用できます。

明日の健康と福祉を守る

**三栄測器**

本社 東京都新宿区西大久保2-223-2 千160 ☎ 03(209)0811代表  
工場 東京都小平市天神町1-57 千187 ☎ 0423(41)0821代表

動物実験に理想的な非動性を得られる

非脱分極性筋弛緩剤

## 2%ガラミン注射液“テイサン”

(1 ml中20 mgのガラミントリエチオダイドを含有)

### 〔特長〕

1. 理想的な筋弛緩が得られ、持続性あり、完全に可逆性。
2. 循環系に対して副作用が少ない、一過性に脈博数の増加と血圧の軽度上昇をみるのみ。
3. 非常に安定で経年変化が少い。
4. 拮抗剤により拮抗される。

〔包装〕 20ml (400mg)バイアル  
5ml (100mg)10管

販売  
長瀬産業株式会社

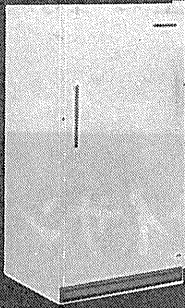
製造  
帝国化学産業株式会社  
大阪市西区北堀江上通1-10(大阪中央ビル)



# 世界のGM **ディープフリーザー** Frigidaire

使い易き設置場所を取らないUprightを!

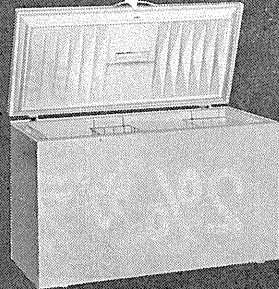
NO-Frost



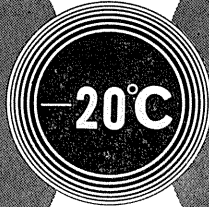
写真モデル UFP-18 561 / 384 / ~ 633 / 6機種

半永久保存はChestタイプ型で!

超一流品を貴方の研究室へ



写真モデル CF-20 609 / 309 / ~ 759 / 4機種



-15 ~ -25°C 調整可能

## (特 徴)

コンプレッサー……独特のロータリーコンプレッサーで回転式で運転音は殆んどありません。

断 熱 材……フリジフォームが使用され薄型壁構造の為内容積が大きく設置場所を広く取りません。

ノーフロスト……GM社独特の技術によりモデルUFP-15、UFP-18は冷気循環方式で霜なし全自動です。

G.Mフリーザー・大型冷凍冷蔵庫・フォーマサイエンス各種恒温槽・-85°C超低温槽・プレハブコールドルーム・プラズマフリーザー  
492BF

## 日本フリーザー株式会社

東京都文京区湯島3丁目19番4号 〒113  
TEL 東京(03)831-7643、833-1331(代)内線296

# 医薬化

## 広告代理店

専門取扱  
医学・薬学・化学  
専門雑誌・業界新聞



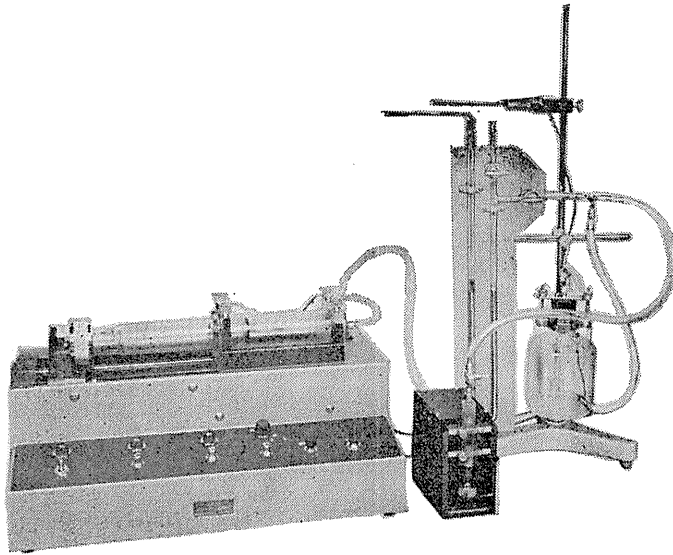
—本誌広告取扱—

合資  
会社 **日本医学広告社**  
東京都千代田区神田駿河台2-9  
日本医事新報ビル  
電 話 (03) 292-6961 (代表)

HAFFNER法

# 鎮痛効果測定装置

実中研 医学研究所 御指導

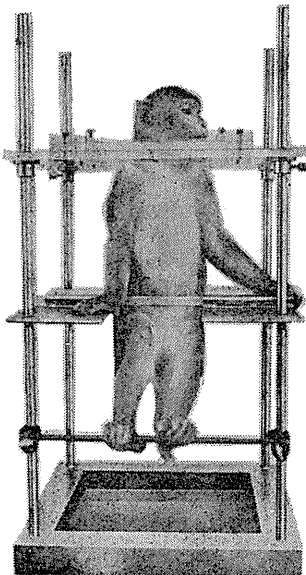


本装置は機械的的刺激によるマウスの仮性疼痛反応閾値上昇から薬物の鎮痛効果を測定する装置であります。

尾部に加わる圧力はモーターにより加圧されマンメーターにより記録されますので常に一定の加圧速度が得られ、かつ反応閾値を記録紙上で求めることが出来ます。

## モンキーチェヤ

実験動物中央研究所  
医学研究所 御指導



- 本装置チェヤに依るモンキーの体重は3kg~6kg迄使用可能です。
- 汚物を取出す引出しが下部後方に付いています。
- ステンレス製 上部はアクリル盤

### 特別附属品

- チェヤ固定盤 600×600×21<sup>7</sup>/<sub>8</sub> (木製)

### 特別附属品

- 移動用固定盤 600×600×21<sup>7</sup>/<sub>8</sub> キャスター4ヶ付 別途附属註文に応じます。

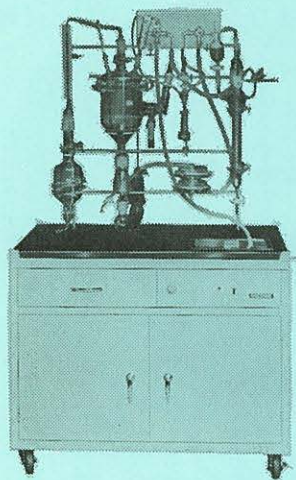
### 使用目的

- (1) 薬物の投与
- (2) 採血及採尿
- (3) 生体電気現象の誘導
- (4) 其の他無麻酔下で処置を加へる場合

**KANO** 株式会社 野上器械店

郵便番号113 東京都文京区本郷3丁目44~6 TEL(03)813-4811(代)

# NAIUME KM式動物吸気<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>計測試料採取装置



### \*使用目的\*

- 投与標識物質の収支決算としての吸気排出率の測定。
- 動物の一般代謝の指標として、特定物質（<sup>14</sup>C-Glucoseなど）のOxidation Test。
- 薬物の作用機構の解明手段として、代謝系路のよく判っている物質の代謝に、目的の薬物がどのような作用を示すか……。

### \*本装置の構成\*

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 1. 除埃用プレフィルタ  | 11. 脱水器         |
| 2. 乾燥、炭酸ガス吸収塔 | 12. 吸収塔         |
| 3. 流量計        | 13. 吸収液注入瓶      |
| 4. 温度計        | 14. 積分測定用試料採取装置 |
| 5. 動物チャンバー    | 15. 微分測定用試料採取装置 |
| 6. 給水瓶        | 16. コールドトラップ    |
| 7. 採尿瓶        | 17. ポンプ         |
| 8. ステンレス床鋼    | 18. 樹脂製フード      |
| 9. 採糞瓶        | 19. 移動式台車       |
| 10. 給餌器、餌屑採取瓶 |                 |

実験動物解剖器具・一般研究実験器械器具・動物実験器械器具・動物飼育管理器具

株式会社 夏目製作所

東京都文京区湯島2丁目18番6号  
 電話 03(813)3251 (代表)

編集兼  
 発行人

塚田裕三  
東京文庫(新館三階)  
 日本生理学会

印刷者

三浦経夫  
 鶴岡印刷株式会社

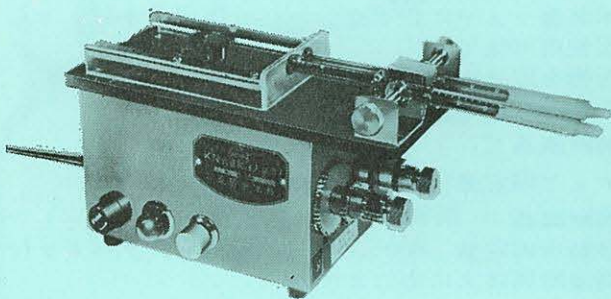
発行所

日本生理学会  
東京文庫本館二二八二二

定振電話

東京区八六四三〇〇  
 千三〇〇円

# NAIUME KN-20I KN式微量注入器 H型 D型



### 仕様

1. 寸法……………巾80mm×長さ180mm×高さ95mm
2. 注入速度……………1時間用(H型)・24時間用(D型)
3. 変速方法……………ギヤ歯車交換による7段階(速度表参考)
4. 電動機……………減速機付コンデンサー・起動ヒステリシスモーター 1rpm 2W
5. 自動停止装置…マイクロスイッチ装置
6. 使用注入器……各種マイクロシリンジ、ツベル、ルイチン注射筒及び5ml、10ml注射筒迄可能
7. 附属品……………交換ギヤ1式・注射筒0.5、1ml各1本

実験動物解剖器具・一般研究実験器械器具・動物実験器械器具・動物飼育管理器具

株式会社 夏目製作所

東京都文京区湯島2丁目18番6号  
 電話 03(813)3251 (代表)