

Vol. 13, No. 10

October 1951

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

日本生理學雜誌

第 13 卷 第 10 號

昭和 26 年 10 月 25 日 發行

編 集 幹 事

浦本政三郎・久保盛徳・坂本嶋嶺・鈴木正夫

戸塚武彦・林 高 齋・福田邦三

原 著

- 中 野 裕 雄：性周期、妊娠及び産褥間に於ける血液凝固に就いて……………447
- 福原 武・中山(旧蒲原)沃・馬場三郎・小田中 貞：脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響……………454
- 飯 塚 恒 治：肺臓に至る血管運動神経に就いて……………459
- 山 本 正 道：血液蛋白の栄養学的意義に関する研究 (第2編) 血液蛋白の貯藏蛋白としての意義……………462
- 銭場武彦・岸 良尙：腎臓の週期的収縮と動脈圧の変動に就いて……………471
- 山 地 廉 平：筋労作時の蛋白代謝に関する研究 (第1報) 労作訓練時の窒素代謝……………476
- 山 地 廉 平：筋労作時の蛋白代謝に関する研究 (第2報) 労作訓練時の血液性状……………483

附：正 誤 表

日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌
Nihon Seiri. Z.
J. Physiol. Soc. Jap.

Comp. Rutin

— KOWA —

本劑の特長

黃芩・黃連・大黃含有

- 1 血管脆弱の恢復作用が大
- 2 血壓降下作用や自覺症の改善が著明
- 3 高純度結晶を使用し、連用しても副作用は殆んど無い
- 4 量産化成功により價格は低廉 (文献贈呈)

高血壓・腦溢血・予防治療劑



— 包裝の價格 —
 末 25g 830円
 100g 1200円
 錠 30錠 120円
 100錠 850円

複合ルチン

コーワ

製造元 興服産業株式會社

販賣元

株式會社

中村瀧商店

東京・日本橋本町三

★ 萬有の医薬品 ★

肺炎・梅毒・淋病・化膿性疾患

ペニシリン

油性・水性・軟膏・錠劑
 結晶G・ミックス・腦坐藥

驅 梅 劑

ネオエーラミゾール

靜脈注射劑

驅 梅 劑

ミオエーラミゾール

筋肉注射液

驅 梅 劑

オスフルザン

内服606號



Banyu

結核化學療法劑

ジュンパス

(P A S)

肝臟障害・解毒劑

ハンチオニン

メチオニン

神經痛・ロイマチス

ギトール

キノフェン注射液

局所麻酔劑

バンカイン

鹽酸プロカイン

東京・大阪 萬有製藥株式會社 岡崎・札幌

性周期、妊娠及び産褥間に於ける血液凝固に就いて 612.63:612.115

On Blood Clotting during Ovarial Cycle, Pregnancy and Puerperium.

中 野 裕 雄 (Nakano-Shigeo) *

緒 言

J. Halban u. Frankl (1) は月経前期粘膜中の蛋白分解酵素は Trypsin である事、Trypsin の連続的な作用が Aktivator となつて月経が発来し又月経血を非凝固性にすることを実験的に証明し、之が今日一般に定説として認められて居る。然らば月経中に於ける体血液の凝固性如何と云う問題に関しては今日尙諸説紛々として其の歸すところを知らない状態である。諸家の研究報告を綜合すると大体次の三説に大別する事が出来る。(A) R. Birnbaum u. A. Osten (1906) (2), Ebeler u. Dortmund (1907) (3), L. Adler (1912) (4), 田中 (5), 伊丹 (昭16) (6) 等は月経期間中の血液凝固時間は中間期に比し延長の傾向を示すと云い、之に対し (B) Hosaka (1925) (7), 大塚 (大11) (8), 安井・田中 (大15) (9), 井上・佐々木・岡部・藤野 (1943) (10) に依れば月経中著しい凝固時間の延長を來すと云う。(C) 之に反して J. Hartmann (1909) (11), M. Cristea u. W. Denk (1910) (12), R. Keller (1912) (13) 及び M. Stickel u. B. Zondek (1921) (14) 等の説に依れば月経中と云えども通常時と大差なく誤差の範囲内の動搖を示すに過ぎないと云つて居る。

妊娠中に於ける血液凝固時間に関しては、Ebeler u. Dortmund (1907) (3), M. Cristea u. W. Denk (1910) (12), R. Keller (1912) (13), 伊丹 (昭16) (6) の如く一般に非妊時に比し促進する事を認めて居るが、Hartmann (1909) (11) の如く全然変化を示さないと云つて居るものもある。其の促進の時期に就いては又異論多く Prervosky の如きは、妊娠第2箇月より明らかに促進を示し妊娠早期診断の参考となし得るとまで極言して居るが、Ebeler, 伊丹は前半に著変なく後半

次第に短縮すると云い未だ一定した報告は無いが、分娩直後急激に促進する事は諸家の等しく認めるところである。

血液凝固時間測定 of 術式も亦種々雑多で、Morawitz, Bürker, Wright, Lovee, Vierordt, Brodie u. Russell, Biffibroks, 高崎, 井上法等の如く或は温浴中で金属環を用うる法、或は空气中で硝子の細管を用うる等大同小異であるが、何れも指頭、耳翼等の皮膚表面より湧出する血液を被検物とするため液体、空気、硝子面等に接触する事により血液凝固の誘因として不定の感作を与える事は防ぎ得ない事実である。

一方 Borden (1818), Fiedler (1861) は月経時に体温が変動する事に着目し Goodman (1878) が他の生活現象と共に月経前期に上昇すると発表して以來、世の注目を引くに至り、Van de Velde (1904) を初め多くの追試者により健康婦人の卵巣周期を対象として慎重に研究された結果、体温にも周期性変動のある事が確認され、Rubenstein (1937) (15) は測定條件として基礎体温の必要を強調し、体温曲線の変動から排卵の有無及其の時期が決定し得るに至つた。本邦に於いても藤井 (16) が排卵期の体温変動が荻野説に一致する事を証明し、次で松本 (17), 山口 (18) 等の研究の結果本現象は健康者にも見られる卵巣周期の変化に伴う全く生理的な現象であつて基礎体温曲線によつて卵巣周期の推移を推定し得る事は今日一般に定説として認められるに至つた。

余は福田・早瀬法 (19) により流動パラフィンを利用する事により空気硝子面よりの影響を防ぎ常時一定の血液凝固誘導因子として組成の確定した Ringer 氏液を使用して血液の凝固時間を測定し、一方之に基礎体温の測定を並行して性周期、妊娠産褥間に於ける血液凝固時間の消

* 東京大学医学部生理学教室

長を観察したので其の結果を次に報告する。

実 験 材 料

1) 性周期間の実験には東京都内某油脂工場に勤務する女事務員3, 女工員15, 泉橋病院に勤務する看護婦10, 計28例を用いた。何れも寮及び寄宿舎に起居し, 春秋2回施行される身体検査の結果内科的の現症なく, 月経周期の順調なものであつて, 成長途上にある者に於いては測定値に差異があるおそれがあることを考慮し, 年齢は性器成熟の完成した20~30才の間を選定した。対照としては年齢50~60才で既に更年期を經過し月経周期の存在しない健康婦人5例を選んだ。

2) 妊娠及産褥間の実験には泉橋病院産科に来院した妊婦で胸部レントゲン撮影により現在進行性結核性疾患の証明されないもの, 尿中蛋白陰性, 血圧最高 120mmHg, 最低 60mmHg で腎疾患, 聴打診及びレントゲン撮影により心疾患又は脚気症状なくワツセルマン氏及び村田氏反応共に陰性であつて, 同病院に入院正常分娩を遂げた妊娠分娩産褥を通じ, 経口的, 注射等により何等薬物的療法を施行しなかつた妊産婦30例につき妊娠各月1回, 分娩後産褥第10日まで毎日測定した。

母と兒との血液凝固能を比較研究するため胎兒娩出直後尚臍帶搏動の存在する間に臍帶靜脈より採血実験したもの6例で, 何れも新生兒仮死其の他母兒共に異状のないものを選択した。

3) 動物実験には 2~3kg の家兎10例を使用し交接前から妊娠産褥第5日まで, 妊娠中は5日毎に, 分娩後は隔日に計測した。

実 験 方 法

1) 血液凝固時間の測定には福田・早瀬法(19)に従い同氏考案の凝固計を使用, 充分水洗した後外筒内の水温を38°Cとし, 内筒をRinger氏液で更に2回洗滌, Ringer氏液を充分吹き出しても約 0.15~0.2cc の洗滌液が残留するのを常とする。之を血液凝固誘導の因子とし, 次で流動パラフィン 1cc を吸引, 人間に於いては肘

靜脈及臍帶靜脈より家兎では耳靜脈より被檢血液 1cc を吸引直ちに 38°C の保温器中に收容し毎10秒毎に45度傾斜せしめ凝固開始より完全凝固まで3段階に分割して観測した。内筒内にRinger氏液を残留するため本実験の各例に於いて血液の濃度は 0.87~0.83 倍即ち約 0.85倍にされる。換言すれば此の時血液は約 1.5 割薄められた訳になるが, 此の程度の滲透圧の変化は凝固時間に認むべき変動を來さない事は已に福田・大山(20)により証明されて居る。計測時間は食事摂取の影響を考慮し, 午前10~12時の間に実施した。但し分娩時は例外である。

2) 体温の測定は体温上昇の重要因子となる筋肉運動, 食物摂取及精神活動の三因子を欠如した場合を基礎体温とされて居るが, 實際上基礎体温の正確な測定は不可能な問題であつて, それに最も近似した体温即ち食物摂取後10時間熟睡8時間以上の覚醒時体温を以てした。体温計目盛の大きさから華氏体温計を必要と主張する一派もあるが, 普通臨床用の体温表を用い横軸と縦軸との比を大とすれば攝氏体温曲線で判読にさしたる不便を感じないので臨床用攝氏1分計を使用した。測定部位は直腸内を最も理想的とされて居るが実施に際し種々の障害を伴うので口腔内測定を以てした。

実 験 成 績

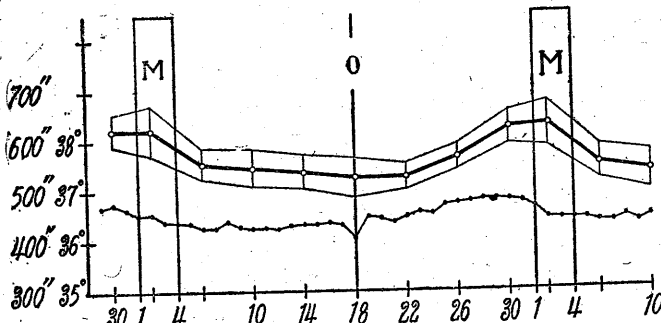
性周期と血液凝固性との関係

年齢 20~30 才までの性器發育の完成し, 月経周期が順調で内科的疾患の認められない健康婦人28例について毎朝覚醒時測定した基礎体温表を基準として推定した卵巣機能の周期的変遷に同調して, 2周期間に亘つて3~4日毎に血液凝固時間を測定した結果, 月経周期に於いては最短28日, 最長33日, 平均 30.9日, 月経持続日数最短2日, 最長8日, 平均 3.8日, 推定排卵日は次回月経第1日より逆算して最短12日最長16日, 平均 14.2日であつて, 以上の結果と基礎体温 (Basal Body Temperaturs 以後 B.B.T と略記) 及び血液完全凝固時間 (Clotting Time 或は Coagulation Time 以後 C.T と略記) とを

性 周 期 間					對 照		
	過 日 数	月 日 数	B.B.T.	C.T.	日 数	B.B.T.	C.T.
		27	36.66 ± 0.204		1	36.36 ± 0.066	458 ± 17.66
		28	36.65 ± 0.220		2	36.26 ± 0.048	
		29	36.73 ± 0.286		3	36.30 ± 0.081	
		30	36.76 ± 0.221	631 ± 39.56 (19%)	4	36.30 ± 0.000	454 ± 10.19
		31	36.67 ± 0.306		5	36.30 ± 0.078	
月 經		1	36.58 ± 0.368		6	36.26 ± 0.048	
		2	36.60 ± 0.331	629 ± 48.06 (19%)	7	36.30 ± 0.020	
		3	36.49 ± 0.333		8	36.30 ± 0.089	
		4	36.45 ± 0.352		9	36.28 ± 0.074	464 ± 12.00
		5	36.39 ± 0.250		10	36.30 ± 0.020	
		6	36.31 ± 0.122	562 ± 32.49 (1%)	11	36.34 ± 0.080	
		7	36.30 ± 0.223		12	36.42 ± 0.056	
		8	36.43 ± 0.155		13	36.28 ± 0.074	
		9	36.36 ± 0.156		14	36.32 ± 0.074	
		10	36.32 ± 0.097	553 ± 41.53	15	36.32 ± 0.040	
		11	36.33 ± 0.149		16	36.36 ± 0.120	
		12	36.30 ± 0.194		17	36.34 ± 0.080	458 ± 9.74
		13	36.35 ± 0.162		18	36.38 ± 0.074	
		14	36.43 ± 0.141	540 ± 34.35	19	36.40 ± 0.109	
		15	36.39 ± 0.122		20	36.32 ± 0.040	
		16	36.41 ± 0.104		21	36.30 ± 0.020	456 ± 13.56
		17	36.34 ± 0.128		22	36.26 ± 0.080	
排 卵	14	18	36.11 ± 0.137	526 ± 40.09 (0%)	23	36.38 ± 0.074	
	13	19	36.47 ± 0.228		24	36.30 ± 0.089	
	12	20	36.42 ± 0.132		25	36.38 ± 0.040	458 ± 14.69
	11	21	36.36 ± 0.101		26	36.34 ± 0.109	
	10	22	36.48 ± 0.166	533 ± 36.34	27	36.36 ± 0.048	
		9	36.47 ± 0.141		28	36.24 ± 0.084	
		8	36.46 ± 0.149		29	36.38 ± 0.074	452 ± 11.66
		7	36.56 ± 0.149		30	36.36 ± 0.080	
		6	36.56 ± 0.174	566 ± 25.37	31	36.30 ± 0.020	
		5	36.64 ± 0.135				
		4	36.74 ± 0.135				
		3	36.76 ± 0.185				
		2	36.77 ± 0.174	624 ± 39.75 (78%)			
		1	36.71 ± 0.207				
月 經		1	36.65 ± 0.335				
		2	36.49 ± 0.277	630 ± 45.49 (19%)			
		3	36.39 ± 0.230				
		4	36.34 ± 0.101				
		5	36.43 ± 0.206				
		6	36.39 ± 0.083	553 ± 35.50 (1%)			
		7	36.36 ± 0.168				
		8	36.41 ± 0.104				
		9	36.37 ± 0.148				
		10	36.41 ± 0.104	538 ± 43.08			

第1表 性周期間28例及び対照5例に於ける基礎体温及血液凝固時間の平均及標準偏差。但し B. B. T. は基礎体温(度), C. T. は凝固時間(秒)

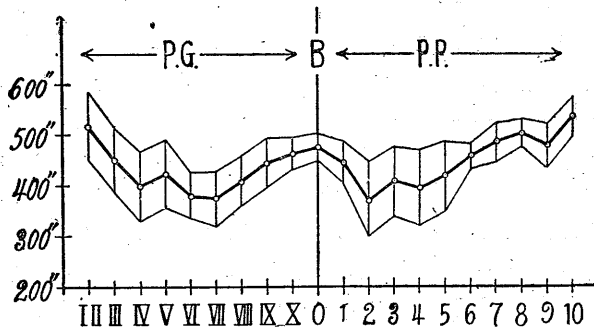
綜合すれば、平均及標準偏差は第1表及び第1図の如くである。即ち性周期間に於ける体血液の凝固性は基礎体温と同様一定不変のものではなく周期的変動があり排卵時 B.B.T. 36.11 ± 0.137度、C.T. 526 ± 40.09 秒で最低値を示したものが体温の上昇と共に延長の傾向を示し、月経の直前では B.B.T. 36.76 ± 0.22 ~ 136.77 ± 0.174 度、C.T. 631 ± 39.56 ~ 624 ± 39.75 秒で排卵期に比し 20 ~ 19% の凝固遅延となり、月経初期では B.B.T. 36.60 ± 0.331 ~ 36.49 ± 0.277 度、C.T. 629 ± 48.06 ~ 630 ± 45.49 秒で排卵期の最低値に比し 19% の凝固延長とな



第1図 性周期期間28例に於ける基礎体温の平均及び血液凝固時間の平均及び標準偏差。但しMは月経、Oは排卵、---は凝固時間及標準偏差、---は基礎体温

		年齢	経産	測定日	C.T.
妊 娠 月 数	I	27.633	1.933	109.833	517.00±71.76(0%)
	II	26.100	1.966	82.600	451.00±67.18
	III	26.600	1.266	92.633	395.00±69.18
	IV	27.266	1.466	116.000	424.66±72.92
	V	27.300	1.666	99.366	381.66±44.78
	VI	27.000	1.200	115.233	377.00±61.12(27%)
	VII	28.266	1.400	117.700	414.33±53.24
	VIII	28.166	1.300	128.533	444.33±57.29
	IX	26.700	0.733	82.266	467.00±32.16
	X	26.466	0.800	82.700	480.00±22.07(7%)
産 褥 日 数	1	"	"	"	448.00±48.28
	2	"	"	"	378.00±80.74(27%)
	3	"	"	"	471.25±68.32
	4	"	"	"	397.27±78.46
	5	"	"	"	428.33±76.88
	6	"	"	"	461.81±13.63
	7	"	"	"	491.66±42.89
	8	"	"	"	506.66±25.38
	9	"	"	"	479.09±56.56
	10	"	"	"	540.00±42.89

第2表 人間30例の妊娠産褥間に於ける年齢、経産、測定日の平均及び血液凝固時間の平均及標準偏差。但しC.T.は凝固時間(秒)



第2図 人間30例の妊娠産褥間に於ける血液凝固時間の平均及標準偏差。但しP.G.は妊娠間、Bは分娩、P.P.は産褥間

り、月経中又は月経終了と共に急激に短縮し、月経初日より第6日目では B.B.T. $36.31 \pm 0.122 \sim 36.39 \pm 0.083$ 度、C.T. $562 \pm 32.49 \sim 553 \pm 35.50$ 秒で最低値に比し1%延長するのみとなる。対照として測定した更年期を経過した健康婦人の基礎体温及体血液凝固時間の平均及標準偏差は第1表の如く周期的変化は認められなく、B.B.T. 最低 36.24 ± 0.084 度、最高 36.42 ± 0.056

度、C.T. 最短 452 ± 11.66 秒、最長 464 ± 12.00 秒であつた。

妊娠分娩産褥と血液凝固性との関係

1) 人間 泉橋病院外來を訪れた健康妊婦各妊娠30例、又同院に入院正常分娩を遂げた30例について産褥10日まで毎日測定した結果の平均及標準偏差は第2表及び第2図の如くである。但し妊娠第1箇月は臨床的に診断は困難であつて内3例は Friedman 氏妊娠反応により妊娠を早期に確定し得たものをも含むが、妊娠1, 2 箇月を総合して妊娠初期とした。年齢は妊娠第3箇月の平均26.100年が最少で第8箇月の28.266年が最高であつた。経産回数の平均は妊娠第10箇月の0.733回が最少で、妊娠第3箇月の1.966回が最大であつた。計測日数は1月1日を1日として起算し以前を(-)以後を(+)として加減平均した結果妊娠第10箇月が82,266日で最少、第9箇月が最大で128,533日であつた。

妊娠初期に於いては C.T. 517.00 ± 71.76 秒で、第3箇月では C.T. 451.00 ± 67.18 秒、第4箇月では C.T. 395.00 ± 69.18 秒、第5箇月では少々延長して

C.T.424.66±72.92秒、第6箇月では再び促進してC.T.381.66±44.78秒、第7箇月は最も促進しC.T.377.00±61.12秒で妊娠初期に比較して27%の促進を示し、次で次第に延長し第8箇月ではC.T.414.33±53.24秒、第9箇月ではC.T.444.33±51.29秒、第10箇月ではC.T.467.00±32.16秒、分娩直前ではC.T.480.00±22.07秒で妊娠初期の値に接近し7%の促進のみとなり産褥第1日ではC.T.448.00±48.28秒となり、第2日に於いて急激に短縮しC.T.378.00±80.74秒で妊娠初期に比較して27%の促進を示し、次で次第に延長第7日ではC.T.491.66±42.89秒、第10日では妊娠初期の状態に復しC.T.540.00±42.89秒となつた。

胎児娩出後尚臍帯搏動の存する間に即ち胎盤血行より得た新生児血液と、ほとんど同時に母体肘静脈より採血した母児血液間に於ける凝固時間の差異は第3表の如く僅に10~20秒の差を認めるのみであつた。

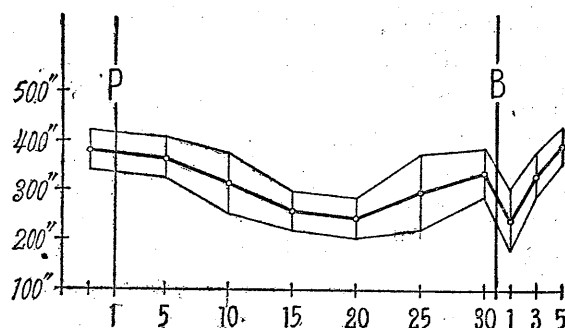
No	母 体			新 生 児			差
	I	II	III	I	II	III	
1	370	360	460	370	350	450	70
2	270	340	490	260	340	480	70
3	250	330	400	260	340	420	20
4	300	370	530	310	380	520	70
5	290	470	570	280	400	550	20
6	240	320	380	240	330	390	70

第3表 母児6組に於ける血液凝固時間(秒)。但しIは凝固開始、IIは第2凝固、IIIは完全凝固

2) 家兎動物実験として家兎10例につき交尾前より妊娠中毎5日分娩後隔日に測定した結果は第4表及び第3図の如く、妊娠日数31

		C. T.	
		平均	標準偏差
妊 娠 日		389.00±44.51 (0%)	
	5	365.00±41.78	
	10	315.00±63.12	
	15	263.00±37.15	
	20	245.00±40.31 (37%)	
	25	284.00±73.24	
産 褥 日	30	330.00±52.00 (15%)	
	7	242.00±58.44 (38%)	
	5	337.00±42.67	
	5	390.00±37.41	

第4表 家兎10例の妊娠産褥に於ける血液凝固時間及標準偏差但しC.T.は凝固時間(秒)



第3図 家兎10例の妊娠産褥間に於ける血液凝固時間の平均及標準偏差。但しPは交配、Bは分娩

日で交配前C.T.389.00±44.51秒であつたものが妊娠第5日ではC.T.365.00±41.78秒、第10日ではC.T.315.00±63.12秒と次第に促進、第15日ではC.T.263.00±37.15秒に比し37%の促進を示し、次で次第に延長の傾向を示し第25日ではC.T.284.00±73.24秒、第30日即ち分娩直前ではC.T.330.00±52.00秒で15%の短縮のみとなり、分娩直後産褥第1日に於いて急激に促進しC.T.

242.00±58.44秒で交配前に比し38%促進し次で漸次延長して第3日ではC.T.337.00±42.67秒、第5日ではC.T.390.00±37.41秒となり交配前の値に復帰する。

考 按

性周期と血液凝固性との関係

成熟健康婦人の基礎体温表を比較検討するに明らかに周期的変動を示し、排卵日の決定に関しては今日尙論争の中心となつて居るが次回月経第1日より逆算して12~16日平均14.2日で急激に低下平均及標準偏差はB.B.T.36.11±0.137度を示し荻野説に一致して居る。これを境界として前半に低温期後半は次第に上昇第27~30日に最高となりB.B.T.36.64±0.135~36.77±0.174度と所謂2相性の曲線を示し、月経直前又は月経来潮と共に急激に降下低温期に移行する。性周期に於ける体血液の凝固時間は基礎体温曲線と必ずしも一致はしないが、これ又周期的な変動を示し、推定排卵日前後に於いて最も凝固性が促進しており平均

及標準偏差が $C.T.526 \pm 40.09$ 秒であつたものが、月経直前又は月経初期に於いて急激に延長 $C.T.624 \pm 39.76 \sim 630 \pm 45.49$ 秒 即ち排卵期前後に比較して19~20%の延長を示し、月経中又は終了と共に急激に短縮 $C.T.562 \pm 32.49 \sim 553 \pm 35.50$ 秒即ち排卵期最低値に比し僅々1%の延長のみとなり再び排卵期の最低値に移行する。

以上の作用機轉に関しては今日未だ確固たる実験的証明を与え得ない段階にあり今後に遺された問題であるが、植物性神経系統と内分泌系統とは陰に陽に密接な関係にある事は既に1912年 Ludwig Adler (4) の偉大な業績に依つて明らかであり、卵胞ホルモンが迷走神経の緊張を亢進すると共に血液凝固促進的に働き、黄体ホルモンが交感神経の緊張を高め血液凝固を遅延せしめる作用を有する事は伊丹(6)、白坂(21)、原田(22)其他の報告があり、内分泌特に性ホルモン及び自律神経系統が体温及び血液凝固の周期的変動に関与する一重大因子である事は推定し得るところである。

妊娠分娩産褥と血液凝固性との関係

妊娠中に於ける血液凝固能は人間及び家兎に於いても同様妊娠初期人間に於ける凝固時間の平均及び標準偏差が $C.T.517.00 \pm 71.76$ 秒、家兎では $C.T.365.00 \pm 41.78$ 秒であつたものが、妊娠第4~5月に於いて多少の動搖を來すが次第に促進し人間に就いては第7箇月に於いて最短 $C.T.377.00 \pm 61.12$ 秒即ち27%だけ、家兎では第20日に $C.T.245.00 \pm 40.31$ 秒即ち37%だけ促進、次いで漸次延長の傾向を示し、分娩直前では人間で $C.T.480.00 \pm 22.07$ 秒 即ち7%、家兎では $C.T.330.00 \pm 52.00$ 秒即ち15%だけの短縮となり分娩直後人間では産褥第2日に急激に促進 $C.T.378.00 \pm 80.74$ 秒 即ち27%、家兎では第1日に $C.T.242.00 \pm 58.44$ 秒即ち38%の短縮、人間では産褥第7~10日で妊娠初期の値 $C.T.540.00 \pm 42.89$ 秒、家兎では産褥第5日で正常値 $C.T.390.00 \pm 73.41$ 秒に復帰する。

以上の作用機轉を考按するに妊娠と云う生理的ではあるが一大変調により脳下垂体、甲状腺、副腎、脾、卵巢等の諸内分泌臓器及び植物性神

経系統の失調を來すため、ホルモン及自律神経相互の平衡失調が血液凝固誘因物資の發生を促し凝固能を亢進するものと考える。妊娠第4~5箇月に於いて特に動搖を來すのは胎盤形成の時期に相当し卵巢ホルモンと胎盤ホルモンとの轉換期にあたるためと考えられる。

卵巢ホルモンのみについて考えると月経周期間と妊娠間に於ける凝固性は相矛盾するかの如くであるが、妊娠時は卵巢ホルモンのみならず生理的ではあるが他の幾多の因子が関与するものと思われる。

分娩直後第2日に於ける急激な凝固促進に関しては分娩時母体の激変に伴う怒責、疼痛、疲労、精神的影響及び亡血等が直接間接に造血臓器或は肝を刺激し反射的に血液凝固促進物資の産出に関与するものと思考される。

母体血行と胎児血行とは胎盤を境界として劃然と分離されて居るのであるが、血液凝固時間は第3表の如く各母体間には相当の個体差があるにもかゝらず、各母児間の差は僅に10~20秒の差でほとんど誤差の範囲内にあると云つてよく、母体血液が胎盤滲透物質を介して胎児の血液凝固能に重大な感作を有するものと思われる。

結 論

1) 健康成熟婦人に於ける体血液の凝固時間は一定不変のものではなく基礎体温と同様周期的に変動する。

2) 体血液の凝固時間は排卵期前後に於いて最も短縮し、月経前又は月経初期に於いて最も延長し、月経中又は月経終了と共に急激に短縮する。

3) 人間及び家兎に於いても同様妊娠の継続と共に血液凝固時間は短縮し、人間では妊娠第7箇月、家兎では妊娠第20日に於いて最も短縮し次いで次第に延長する。

4) 分娩直後急激に短縮し人間では産褥第2日、家兎では第1日に於いて最低値に達し次第に延長、人間では産褥第7~10日で妊娠初期の値に、家兎では第5日で正常値に復する。

5) 各母体には相当の個体差があるのに同一母児間の血液凝固時間には差異を認められない。

擱筆に臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師福田邦三教授に、深甚なる感謝の意を表すると共に、本研究費は岩田正道博士に下附された文部省学術研究費の一部によるものである事を附記し、感謝の意を表する。

文 献

- 1) Halban u. Frankl, Halban-Seitz, Biol. u. Path. d. Weibes I Bd 548
- 2) Birnbaum u. Osten (1906) Arch. f. Gyn. 8, 373
- 3) Ebeler u. Dortmund, (1907) Monat. f. Gyn. 35, 2
- 4) Adler, (1912) Arch. f. Gyn. 95, 349
- 5) 田中巖 東京医事新誌 51, 2523
- 6) 伊丹 (昭16) 日婦会誌 36, 646

- 7) Hosaka, (1925) Jap. med. world 5, 179
- 8) 大塚 (大11) 日婦会誌 17, 687
- 9) 安井, 田中 (大15) 日婦会誌 21, 1407
- 10) 井上, 佐々木, 岡部, 藤野, (1943) Tohoku J. Exp. Med, 45, 1
- 11) Hartmann, (1909) Münch. Med. Woch. 49, 209
- 12) Cristea u. Denk, (1910) Wien. klin. Wochenschr, 7, 234
- 13) Keller, (1912) Arch. f. Gyn. 97, 540
- 14) Stickel u. Zondek, (1921) Zeit. f. Gyn. 83, 1
- 15) Rubenstein, (1937) Am. J. Physiol. 119, 635
- 16) 藤井 (昭16) 治療及処方 16, 191
- 17) 松本 (昭26) 臨床産婦 5, 131
- 18) 山口 (1950) 産婦人科の世界 2, 20
- 19) 福田, 早瀬 (1934) 愛知医会誌 41, 710
- 20) 福田, 大山 (昭17) 日本生理誌 7, 756
- 21) 白坂 (昭18) 岡山医会誌 39, 172
- 22) 原田 (昭24) 日婦会誌 44, 67

Summary

1) Results from the measurements of the clotting time of blood on 28 adult healthy females, are given. Using Hukuda-Hayase's coagulometer, their procedure was adopted. Also comparison was made with the fluctuation of the basal body temperature of the subjects.

2) The clotting time of adult healthy females is not constant, but fluctuate periodically as in the case of the basal body temperature.

The clotting time is at its minimum at the time about the ovulation period, and shows a maximum just prior to the menstruation or at the initial period of menstruation.

3) Clotting time of 30 healthy pregnant females who gave normal delivery shows the following average feature. Measurement was begun in the pregnancy and repeated up to the 10th day after childbirth. The clotting time decreased with advance of pregnancy months up to the 7th month, whereafter it gradually increased and again decreased rapidly just after childbirth, showing a minimum on the 2nd day of the childbed. Then it began to increase again and on the 7th~10th day regained the figure of the initial stage of pregnancy.

4) There are significant individual differences among the figures of clotting time of different subject. But the clotting time of the mother and her newborn infant was found practically the same, the difference being statistically insignificant.

5) Experiments were made on 10 rabbits from the time of pairing, blood clotting being examined every 5 days during the period of pregnancy and every other day after the delivery. The result corroborated that in humans; the clotting time decreased up to the 20th day of pregnancy and increased after that. Also it decreased rapidly after delivery, the normal figure being attained at the 5th day after the delivery.

(Department of Physiology, Medical. School, University. of Tokyo)

脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響 612.282

The Influence of the Transection of the Brain Stem upon the Respiratory Movement.

福原 武・中山(舊蒲原) 沃・馬場三郎・小田中 貞
(Hukuhara-Takesi・Nakayama-Sosogu・Baba-Saburo・Odanaka-Tadasi)*

I. 緒 言

呼吸中枢に関しては近來は英米の学者の活動がめだつている。その主要なる説は2つに分けられる。その1つは呼吸中枢はもとより律動性を有せず迷走神経及び橋上部からの衝撃によつてはじめて律動性を得るとする説である。しかし中枢の部位については或は橋の下部、聴條部にありとし(Lumsden 1), 或は延髄にあるとする(Pitts, Magoun 及び Ranson 2)。他の1つは中枢は律動性を有すると考える説で、最近 Hoff 等 (3, 4) は延髄に律動性を有する中枢があるとする。吾々のこれまでの研究によれば、これらのいずれにも賛同することができない。そこで以下に吾々の得た結果を報告することとする。

II. 実験方法

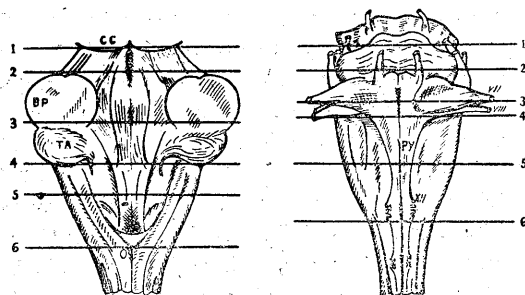
呼吸運動の標示としては前実験 (5) に述べたと同様に、横隔膜背矢の収縮弛緩を描記した。実験動物としてはウサギ、ネコ、イヌが用いられた。麻酔剤としてはウサギにはウレタンを体重 1kg につき 1g, ネコには phenobarbital を体重 1kg につき 0.1mg, イヌには塩酸モルフィンを体重 1kg につき 0.01g の割合に皮下注射した。約 1 時間を経て両側の頸動脈を結紮し、さらに頸の基部腹面において脊椎動脈を両手の指で圧迫することによつて脳幹の血流を一時的に阻止する。ついで頭頂部において頭蓋腔を開き、前後の四丘体の中間において金属製のへらで中脳を切断し、切断面前方にある脳を全部剔出する。この除脳手術の後 30 分を経たならば、まず両側の迷走神経を切断し、ついで小脳を露出、除去する。かくて露出された脳幹を、頭側から尾側

へ向つて金属へらで横断してゆく。この切断に際しては脳底動脈を傷つけぬよう熟練せねばならぬ。なお実験室の気温は 20~30°C に保ち、露出脳幹部を Ringer 液で潤したガーゼでおおい、その近くに電熱器をおいて冷却をふせいだ。

III. 実験成績

A. ウサギに於ける脳幹の切断実験

20例の実験の結果はよく一致しておつた。主要な横断部位は第1図に、横断による呼吸運動



第1図 ウサギの脳幹切断部位を示す図

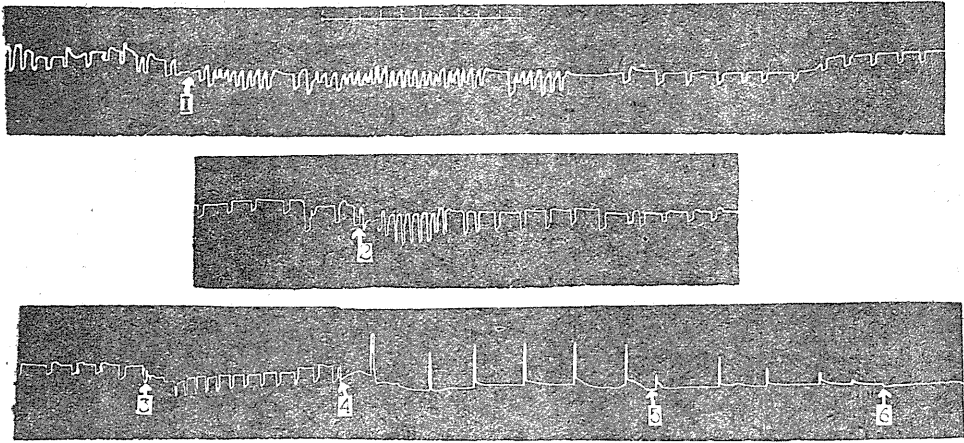
- | | |
|---------------------------|---------------|
| CC.: Colliculus caudalis | 1. 四丘体後丘の尾端部位 |
| BP.: Brachium pontis | 2. 橋中間部位 |
| TA.: Tuberculum acusticae | 3. 聴條頭側縁 |
| O: Obex | 4. 聴條尾側縁 |
| P: Pons | 5. 延髄中間部位 |
| Py: Pyramis | 6. 門部位 |

変化の状態は第2及び第3図に示すが如くである。

除脳を行つた動物では呼吸運動には変化が見られない。除脳後約30分を経て両側の迷走神経を切断すれば、呼吸は一般に深く緩徐となる。この後30分を経て小脳を除去し、脳幹を頭側から尾側へ順次横断してゆく。

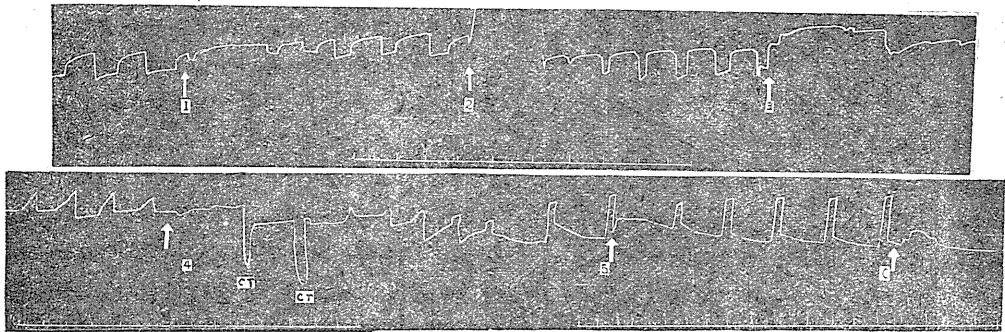
1. 四丘体後丘の直尾側で脳幹を切断すれば(第1図切断線1), 呼吸は一時頻繁となるが間もなく緩徐となり、早晩切断前の状態にかえる

* 鳥取大学医学部生理学教室



第2図 ウサギの脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響

〔実験1〕 1950,10,11, ウサギ体重 3.6kg, 室温 23°C, 曲線は横隔膜脊矢の収縮, 上向は収縮, 下向は弛緩を示す (第3図, 第4図でも同様). 時標は1秒. 動物は豫め除脳され, 両側の迷走神経は切断されてある. 数字は第1図に示された脳幹切断部位を示す (第3図, 第4図でも同様). 説明は本文に.



第3図 ウサギの脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響

〔実験23〕 1950,12,20, 室温 20°C, ウサギ体重 2.1kg, 時標 3秒. 動物は豫め除脳された. 迷走神経は切断してない. Cr は全身痙攣を示す. 第2切断に際し除脳強直が起り呼吸描記がまたげられた.

(第2図の1). この速呼吸は切断による刺激症状と考えられるべきである. もし切断刺激が十分に強いならば, 個々の呼吸は重加強直性となることもある (第3図の1及び3). なおこの際四肢に除脳強直が起り, このためしばしば呼吸運動の描記がまたげられる (第3図の2).

2. 上述の第1切断についてこの切断面よりも尾側の橋部に切断を加える. この切断が聴條の頭側縁に到るまでの橋部に加えられるば (第1図の2及び3), その呼吸運動に及ぼす影響は第1切断の場合と殆んど同様である. 即ちまず呼吸の促進, ついで次第に緩徐となつて切断前の状態にもどる (第2図の2及び3). 時にはこ

の切断に際して第3図の3に示す如く特に強く強直性吸息が惹起されることがある. これが Marckwald (6) や Lumsden (1) によつて認められた apneusis である. 吾々はこの強直性吸息は切断刺激による促進効果が誇張されたものとみなしたい. ウサギでは然し吾々の実験条件の下ではこの型の呼吸は比較的短時間続くに過ぎない.

3. 聴條部位の切断では注目すべき効果が現われる. 即ち聴條の尾側縁の切断によつて (第1図の4) 突如として個々の呼吸は, 著しく急速に起る吸息と呼息とからなる呼吸, Lumsden の所謂 gasping 型の呼吸に変化する (第2図の4). この型では, 呼息には呼息筋特に腹筋の収

縮が見られ、鼻翼筋及び開口筋等の参加も顯著である。切断直後にはこの場合にもまた刺激症状として呼吸がやゝ促進する。

4. 更に切断部位が尾側へ移動すれば移動する程（第1図の5）呼吸は gasping 型であることには変りないが、その振幅及び頻数が減少し（第2図の5）、門部の切断によつて（第1図の6）呼吸は全く停止する（第2図の6）。

以上の結果を綜括すれば次のように言うことができる。即ち切断に際し正常呼吸運動が顯著な変化を示す部位は聴條部位であるから聴條の部位に律動的に正常呼吸運動を起す細胞群言いかえれば中枢が存在し、その尾側に接して延髄の頭側部 2/3 を占める部位に gasping 型の呼吸を起す低位の中枢が存在する。そしてこの後者は上位の中枢が除かれるとき或は傷害をうけるときにはじめて覚醒し律動的衝撃を呼吸筋に送り、その際の呼吸は正常とは異なり所謂 gasping 型となる。

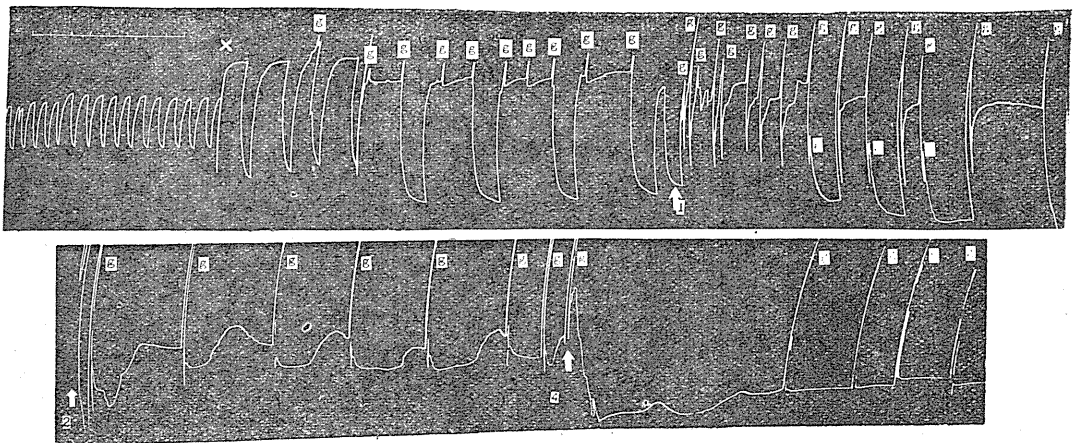
B. ネコ及びイヌに於ける脳幹の切断実験

15例の実験の成績を綜合すれば次の如くである。大脳の除去はウサギの場合と同様呼吸に影響を及ぼさぬが、迷走神経の切断は呼吸にウサギの場合よりも大きな影響を与える。即ち個々の呼吸の延長が起る。この延長は單に吸息期に

限られず呼息期及び休息期にも見られる。これが Lumsden の apneusis 型の呼吸と異なるところである。それ故迷走神経切断後の呼吸型を apneustic breathing と称するのは妥当ではないように思われる。

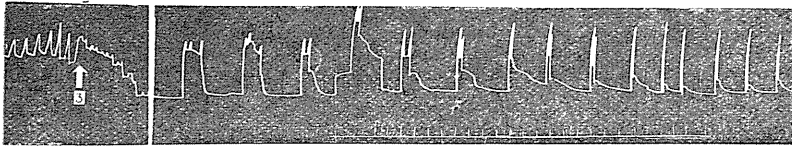
ついで迷走神経切断後に小脳の露出手術を施すならば（第4図の×）、既にこの操作のみで gasping 型の呼吸が延長せる吸息期に重疊し（第4図g）、ときどき腹筋の強い収縮が起り、次第に gasping 型の呼吸が優勢となつてくることがある。このとき橋の上縁を切断すればこのような呼吸変化の経過がますます早められる（第4図1, 2 及び第5図の3）。この際動物をそのまま放置しておけば、早晚 gasping 型の呼吸のみが残ることとなるが、この時期を待たず橋に切断を加えるならば、しばしば切断の瞬間に吸息筋の持続的収縮即ち apneusis が起る。われわれはこの apneusis は既にウサギで見た促進効果の誇張されたものであると考える。apneusis はしかし常に起るものではない。例えば第4図2に示すように橋の切断に際し何等の apneusis も認められなかつた。またこの例では gasping が優勢を占めておつた。

聴條の尾側縁で切断を行えば、呼吸は全く gasping 型のみとなり、ついで門部位で切断す



第4図 ネコの脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響

〔実験11〕 1950, 11, 6, ネコの体重2.5kg, 室温23°C, 時標は3秒。動物は豫め除脳され、両側迷走神経は切断されてある。×で小脳を露出すると呼吸は深く且つ緩徐となり、しばらくすると gasping が重疊してくる。尾側を横断すればするほど gasping は著明になり、これに反し緩徐なる呼吸運動の振幅は減少し、後者は聴條下縁切断（切断線4）で全く消失する。



第5図 イヌに於ける脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響

〔実験33〕 1951, 2, 6, イヌの体重 6.5kg, 室温 27°C, 動物は豫め除脳され, 両側迷走神経は切断されてある. 聴條上縁で橋を切断すればやゝ延長せる呼吸型に gasping 型呼吸運動が重疊してくる. ついで次第にこの延長型呼吸は極小に迄衰え, ついに gasping 型呼吸のみとなる.

れば呼吸は常に消滅する.

上述の実験条件では gasping はほとんど全実験経過中に必ず現われるものであつて, これまでの研究者の論文の附図にも容易に認められる. 例えば gasping は Lumsden の論文 (1) の第 2 図中に apneusis に重加する短い線として認められ, また Hoff 等の論文 (4) の第 1 図の phasic contraction of low amplitude は gasping に外ならない. これらの事実, これらの動物では正常呼吸の中樞が冷却, 出血, 迷走神経切断その他によつて極めて障害を受け易く, これによつて gasping が起りやすくなるものと考えられる. したがつてこれらの動物に於ける実験は不満足なものであつたが, それでもその結果は本質的にはウサギに於けると同じであると言える. 即ちネコ及びイヌに於いても第 1 呼吸中樞は聴條に, これに接して延髄の頭側部 2/3 を占める部位に第 2 中樞が存在する.

IV. 論 議

上述から明らかなように第 1 呼吸中樞の所在については, われわれの結果は Lumsden と一致するが, この部位が律動性を有しないとする氏の説には賛同することができない.

つぎに Hoff 等は律動性を有する正常呼吸中樞が延髄に存在するとする. 然しこれは氏等が gasping 型の呼吸を正常の呼吸型と同一性質のものであると考えることから生じた帰結であつて吾々はわれわれの実験結果に対する考察からこれに賛成することができない. Pitts, Magoun 及び Ranson の脳幹刺激実験により, 呼吸中樞が延髄の尾側 2/3 にあり, 更に氏等によればあらかじめ迷走神経が切断されてあるとき, 橋の

尾側端が横断されれば apneusis が起るはずである. 事實はしかし上述の如く非正常の gasping が起るのである. 即ちわれわれの結果によれば Pitts 等の考えに反

し, Lumsden の所謂 pneumotaxic center も迷走神経も呼吸の律動性を保持するに缺くことのできない要素ではない. 要するに上述の理由によつてわれわれはこゝにあげた学説のいずれにも賛同することができない.

V. 結 論

著者等は呼吸中樞の所在と機能を知るために脳幹の切断を試みた. 結果を綜括すれば次のように言うことができる.

1. 脳幹の切断に際し, 呼吸運動が正常型から非正常型 (gasping 型) へ変化するのは聴條尾側縁の切断によつてである. 故に聴條部位に正常呼吸運動の中樞が存在し律動性を有すると推定することができる.

2. 上述の第 1 中樞の尾側に接して延髄の頭側部約 2/3 を占める部位に gasping 型の呼吸を起す低位の中樞が存在する.

この研究は文部省科学研究費によつて行われた.

文 献

- 1) Lumsden, T. (1923-24) Observations on the respiratory centers in the cat. *J. Physiol.* 57, 153. (1923)
The regulation of respiration. *Ibid.* 53, 81. (1923-24)
The regulation of respiration. *Ibid.* 58, 111, (1923-24)
- 2) Pitts, R. F., H. W. Magoun, S. W. Ranson. (1939) Localization of the medullary respiratory centers in the cat.
Am. J. Physiol. 125, 639. Interrelation of the respiratory center in the cat. *Ibid.* 126, 686. The origin of respiratory rhythmicity. *Ibid.* 127, 653
- 3) Hoff, H. E., C. G. Breckenridge (1949) The medullary origin of respiratory periodicity. *Am. J. Physiol.* 153, 157
- 4) Breckenridge, C. G., H. E. Hoff. (1950) Pontine

- and medullary regulation of respiration in the cat. *Am. J. Physiol.* 160, 385
- 5) 福原 武・馬場三郎・蒲原 沃 (1950) 迷走神経の神経性調節の機序 *日本生理誌* 12, 208
- 6) Marckwald, M. (1887) Die Atembewegungen und deren Innervation beim Kaninchen. *Zeitschr. f. Biol.* 23, 149

Summary

The authors transect the brain stem in order to determine the localization and the function of the respiratory center. The results are summarized as follows.

1) The normal breathing changes and turns to abnormal breathing "gasping" on section of the lower limb of striae acusticae. Therefore it is concluded that the center of the normal breathing which has a rhythmicity is located at the level of striae acusticae.

2) Closely to this region lies the second center which occupies the rostral two third of medulla oblongata. This center awakes by itself to send the impulses to the respiratory muscles and to arouse the gasping, when the superior center is deteriorated.

(*Department of Physiology, Faculty of Medicine, Tottori University*)

肺臓に至る血管運動神経に就いて 612.187

Vaso Motor Nerve to the Lung.

飯 塚 恒 治 (Iizuka-Tsuneji) *

I. 緒 言

Barcroft (2) は人体では1分間に安静時には4lの血液が肺を通過し、活動時には25~30lの血液が通過する事になるから肺血管は著しい拡張性を有すべきである。従つて肺血管も血管運動神経を有するのではないかと述べている。先に西丸 (5) は蛙、蟾、亀に於いて其の存在を主張し肺に至る血管収縮神経は交感神経を上行してGanglion jugulareより、迷走神経に混合し、迷走交感神経となり肺臓に至ると報告した。

一方Thornton (7) は肺臓に於ける迷走神経の末端からアセチルコリン様の物質が遊離され、このものは蛭筋を収縮させ又猫の血圧を低めると報告している。篠崎 (6) は洞房標本を用いて、交感神経、迷走交感神経を刺激した場合にその灌流液の中に洞房標本の収縮高を増加させる物質を見るに反して、迷走神経のみを刺激した場合には、灌流量は減少したが、その灌流液を洞房標本に作用させた場合には収縮性に何等影響しなかつた事を報告している。又近くにはDaly等 (4) は上頸部交感神経を刺激して、あるときは血管収縮を、或る時は血管拡張を見ており、Brecht (3) は迷走交感神経を刺激して血管収縮を見ている。斯くの如く、肺臓に至る血管運動神経に就いては今迄多くの先進に依りその存否について追及され論議されて來たが、特に肺臓に至る血管拡張神経の存在に就いては依然として追及されている所なので、私は亀の肺臓に至るこれらの神経に就いて追及し些か解決し得たと思われるので此処に報告する。

II. 実験方法

実験動物としては水亀 (*Clemmys Japonica*) を

* 廣島医科大学生理学教室

用い5月及び10月に実験を行つた。亀の大腦を破壊した後、腹側の甲をはづし、頸部にて迷走神経、交感神経を他の組織より分離し、次に肺動脈にカヌーレを挿入し肺静脈よりカヌーレを出して、之れより出た滴数を、滴数描写器に依り描記し、迷走神経を刺激する場合には、灌流液として 10^{-4} エゼリン Ringer-曾爾氏液を用い、刺激後の灌流液を試験管に集め、洞房標本に作用させた。

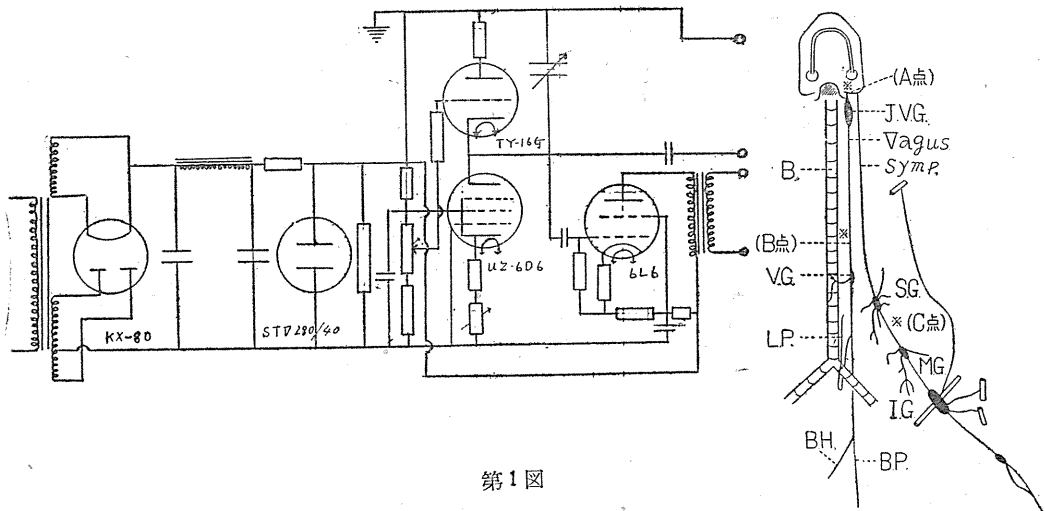
エゼリン Ringer-曾爾氏液を用いる場合にはあらかじめ 10^{-4} の濃度にて洞房標本の収縮高に影響なきか否かを確認しておき実験を行つた。

交感神経幹は迷走神経の頭蓋より出づる所に於いて (迷走神経頸節) 連合枝を以て連結し、迷走神経と共に気管の両側を下行し、迷走神経節の近くに於いて之れと遠ざかり、直ちに上頸節をなし、次で中、下頸節を作るので、交感神経を刺激する場合には、興奮が迷走神経に及びその影響があらわれない様に交感神経と迷走神経とが頭部の近くに於いて連絡する部を切断しておいて実験を行つた。迷走神経を刺激する時は、頭蓋を破壊して迷走神経頸節に至るまでの所に電極を当て刺激した。刺激装置としてはPorter型感応電流及び第1図 (1) に示す如き、サイクロンに依り棘状波型を発生し、周波数を任意に変えて刺激した。

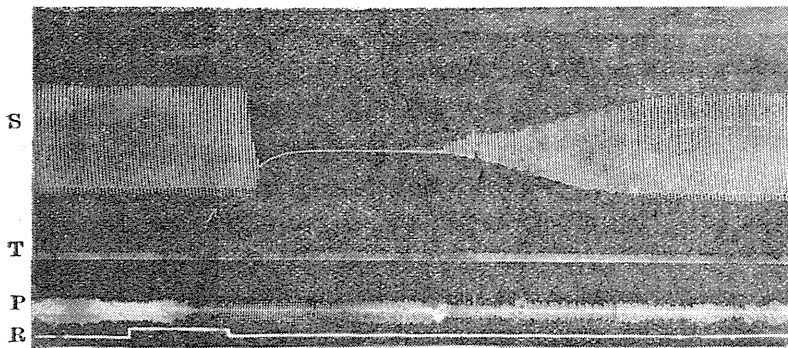
III. 実験成績

a. 迷走神経刺激

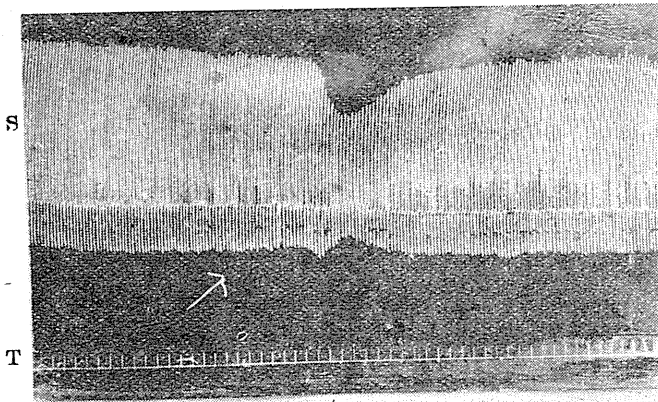
迷走神経のみを第1図A点に電極を当て、サイクロン刺激装置を用いて周波数40にて刺激した場合、灌流量の減少を見、しかも集めた灌流液を洞房標本に作用させると洞房標本の収縮高の減少を見た。第2図に於いては洞房標本が



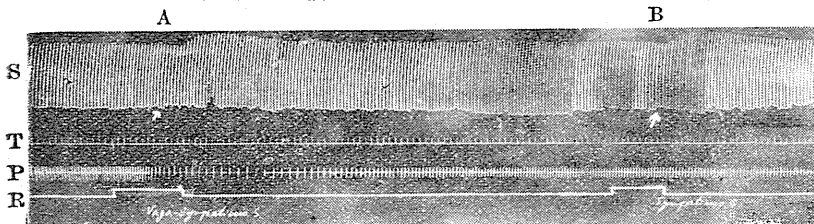
第1図



第2図 S: 洞房標本収縮機械曲線, T: 時間(1秒), P: 灌流滴数, R: 刺激時標



第3図 S: 洞房標本収縮機械曲線, T: 時間(6秒)



第4図 S: 洞房標本収縮機械曲線, T: 時間(6秒), P: 灌流滴数, R: 刺激時標

拡張性停止を起し、灌流量は1分間に102のものが60に減少した。

b. 迷走・交感神経刺激

迷走交感神経を刺激する場合には第1図のB点即ち迷走神経節の上部で刺激した。この場合にはエゼリン Ringer 氏液を灌流して置くと、第3図の如く洞房標本の収縮曲線を小ならしめる場合と、第4図のAに於ける如く、房洞標本の収縮曲線を大ならしめる場合とが現われた。灌流量は第4図の如く滴数の減少を見、第4図に於いては灌流量1分間30のものが10に減少した。

c. 交感神経刺激

交感神経を刺激する場合には第1図C

点を刺激した。この場合には灌流量は第4図Bの如く灌流量の変化は迷走神経、迷走交感神経を刺激した場合の如く著しくなかつた。即ち1分間20のものが19に減少した。此の場合に刺激して得た灌流量を洞房標本に作用させると第4図Bに示すが如く収縮機械曲線を大ならしめた。

IV. 総括及び考察

以上の実験に於いて肺臓に至る血管運動神経の存在する事は確実で、西丸(5)が報告したように亀に於いては血管収縮神経は交感神経幹を上行し Ganglion jugulare に於いて所謂迷走神経に混入して肺に至る。そして交感神経の興奮乃至刺激に依り、血管収縮神経素がその終末組織より遊離すると考えられる。一方迷走神経のみを刺激した場合には、洞房標本を拡張させる物質が、その終末組織より遊離するものと思われる。

迷走交感神経を刺激した場合には刺激の頻度、強度に依りある時は交感神経の作用があらわれ、時には迷走神経の作用があらわれ、或る場合には交感、迷走両神経の作用の和が現われるものと考えられる。又迷走神経、迷走交感神経の刺激に依る灌流液の減少という現象が、気

管枝筋の収縮に依るか、又は血管の括約的収縮に依るかは、今後の実験に俟たねばならない。

V. 結 論

亀肺血管には交感神経と迷走神経とが支配し、交感神経の興奮に依り、其の神経終末よりアドレナリン様の物質を遊離して血管を収縮せしめる。又迷走神経の興奮に依り其の神経終末よりアセチルコリン様の物質が遊離すると考えられる。

文 献

- 1) 飯塚恒治 (未発表)
- 2) Barcroft, J. (1934) Features in the Architecture of Physiological Function. Cambridge. 335
- 3) Brecht, K. (1947) Arch. ges. Physiol. 249, 94-111. cited from Annual review of Physiol. XI
- 4) Daly, I. DEB., and H. Duke (1948) Pulmonary vasomotor fibers in the sympathetic chain and its associated ganglia in the dog. Quart. J. Exp. Physiol., No.3-4, 285-313 cited from Annual review of Physiol. XI
- 5) 西丸和義 (1923) 肺臓に至る血管運動神経に関する研究 岡山医会誌 35, 51
- 6) 篠崎尙次 (1943) 肺臓に分布する血管収縮神経の本質に就いて 日本生理誌 8, 483
- 7) Thoronton, J. W. C. (1934) The liberation of acetylcholine at vagus nerve endings in isolated perfused lung. 82, 144

Summary

During vagal stimulation the outflowing perfusate of the lung of a turtle contains a substance which stops the sino-auricular contraction at the diastolic stage and greatly decreases the blood flow. As the result of sympathetic stimulation, it contains a substance which increases the height of contraction of a sino-auricular preparation. This experiment shows that the lung of turtle has both: sympathetic and parasympathetic innervation.

(Department of Physiology, Hiroshima Med. School)

血液蛋白の栄養学的意義に関する研究 612.124:612.39

(第2編) 血液蛋白の貯蔵蛋白としての意義

Nutritional Role of the Blood Proteins.

2 Report: On the Behavior of the Blood Proteins as Reserve Protein.

山 本 正 道 (Yamamoto-Masamichi)*

I. 緒 言

今次世界大戦を機として栄養失調症に関する研究は世界各国学会の中心課題となり、その血液性状に関しても廣汎な研究が積まれたが、その結果として血液には貧血、血漿蛋白の減少の外、白血球数やその機能の低下の起る事が証明せられた。而して前編(1)に於いて著者は血液の蛋白や白血球が食餌養價は充分であつても食蛋白量が少い時はその減少の度合に応じて減ずる事を確めて栄養失調症の血液性状が食蛋白の減少に基く所大なる事を証明した。

此の血液蛋白減少の中で血漿蛋白が減少する事は、Whipple (2, 3) が証明した様に夫が有力な貯蔵蛋白である事によりよく解釈出来るが、血色素の減少する理由に就いては直に之を説明する事が出来ぬ。即ち一般には血色素(主としてGlobin)の代謝は極めて緩慢であつて寧ろ固定蛋白に属するとせられ貯蔵蛋白の消耗によつて其の代謝が維持せられる物なりと言う(5)。然も栄養失調症に際しては、少くとも人類に於いては、血色素の減少が逸早く発現し、栄養失調症の診断に際しても寧ろ血漿蛋白よりも敏感な症状であるとさえ言われる(5, 6)。著者の低蛋白食実験に於いても此れを確め得た。

一方教室の井上(7)は酸化現象を営む細胞原形質の蛋白に属する事を確め、低蛋白食の初期に消耗する体蛋白は体内酸化現象乃至は基礎代謝に殆んど関係せず貯蔵蛋白に属すると言う。斯様な観点よりすれば低蛋白食の初期より消耗する血色素蛋白は一種の貯蔵蛋白であつても差

支えなく殊に血色素は夫れ自体呼吸を行つていない物であるから、一層其の感を深くする。そこで本研究に於いては低蛋白食の初期に於いて消耗する体蛋白と血液蛋白との関係を精査して血液蛋白の貯蔵蛋白としての意義を検討する一方、血色素も亦貯蔵蛋白としての特性を有するや否やに就いて吟味を行い度い。

II. 実験方法

実験は此れを二部に分ち、第一部に於いては従來行つた諸種の低蛋白実験(実験方法は第1編に記載)の成績に就いて低蛋白食移行後約2週間に消耗した体蛋白量をその窒素出納量より換算し、此れと其の間に消耗した血液蛋白量との間の関係を対比々較した。血液蛋白量は前報(1)の方法により血色素(以下Hbと略)及血清蛋白(以下S.Pと略)濃度を測定し、此れとコンゴ赤法で測定した循環血液量を乗じて総循環血のHb並にS.P量を算出した。

又第二部に於いては血液蛋白の貯蔵蛋白(以下R.Pと略)としての性質を吟味する爲に豫め1日30gの植物性蛋白食(養價約2400kcal)を約3週間与えて蛋白缺乏に陥らしめた被検者に全血を4日間に互り毎日約100cc(総蛋白量1日約20g)を静脈内に注射して、此の蛋白が果して生体内に利用せられるや否やを検討した。蓋しWhipple(2)によればR.Pとは生理機能に何等支障を來す事なく蛋白缺乏に際して栄養に利用せられる体蛋白を言うのであるから、若しも注入したS.PがHbも共に体内で利用される事が確められたならば、之はR.Pとしての特性を具備すると言つて差支えないであらう。併しなが

* 京都府立医科大学生理学教室

ら此の場合に問題となるのは注入した血液蛋白が其の儘体内に残存するものとすれば果して利用せられるか否かは判定に苦しむ事になる訳である。そこで先づ1人の被検者に就いて標準食(約2400kcal, 蛋白75g, 第1編(1)所載)を攝らしめて蛋白を充足せしめた状態に於いて同様の輸血を行いその蛋白がどの様な運命を辿るかを検討した。斯る輸血蛋白の運命を見る爲には日々の尿排泄窒素量と吸収せる食蛋白(食蛋白-大便蛋白)の窒素の出納を消化吸收試験によつて檢した外, 尿窒素成分を尿素(ウレアーゼ法), 尿酸(Benodict法), アムモニア(Folin法), クレアチニン体(Folin法) 其の他に分割して定量し, 又尿酸化商(Kanitz法)(8)を測定して蛋白の中間代謝の状況を検討した。又血液に就いては前記の方法によつて全循環血中のS.P量及びHb量の消長, 竝に血液残余窒素(Folin法)をも測定し注入した血液蛋白の行方の検討を行つた。猶低蛋白輸血実験例に於いては輸血効果判定の終つた後に同一食餌の下にカゼイン蛋白20g/日を5日間附加してカゼイン蛋白と血液蛋白注入との栄養効果の比較を行い, 血液蛋白の栄養学的意義に就いての理解を深める様努力した。

Ⅲ. 実験成績及考按

A. 低蛋白食による血液蛋白の消耗に就いて

測定項目	2400 Cal.							I - II 差の F ₀
	50g 蛋白量 測定時期 5日 8日 平均(7)	8日	10日	12日	14日	10日 以後 平均(7)		
循環血液量(L)	4.74	4.39	4.32	4.18	4.29	4.26	0.48	29.04 F(P: 0.01)
循環血清量(L)	2.76	2.49	2.56	2.50	2.58	2.55	0.21	16.72 F(P: 0.05)
赤血球總数(10 ¹⁰)	215	191	215	193	215	208	7	0.75 F(P: 0.05)
白血球總数(10 ⁸)	309	220	233	225	227	228	81	44.50 F(P: 0.01)
血色素全量(g)	581.0	547.5	575.4	485.6	521.2	507.4	73.6	47.48 F(P: 0.01)
血清蛋白								
アルブミン量(g)	107.0	94.7	92.9	79.5	86.9	86.4	20.6	22.58 F(P: 0.01)
グロブリン量(g)	70.4	74.4	77.6	72.6	78.4	76.2	増5.8	3.18 F(P: 0.05)
血液蛋白全量(同消費量)(g)	759.4	716.6 (41.8)	685.9 (72.5)	642.7 (415.7)	686.5 (71.9)	670.0 (88.4)		
体蛋白消費量(g)		64.6	80.6	91.1	109.2			
備 考	1) 標準食期は蛋白摂取量を50gの中蛋白量とした 2) 測定時期の欄には上記食餌摂取後測定まで経過した日数を示した。							

第1表a

低蛋白食の血液性状の変化に就いては第1編に於いて詳述したが此れは血液成分濃度を主として論述したものであるから, 体蛋白消耗の立場より此れを検討する爲に先づ1例として1人の被検者に就いて低蛋白食(攝取蛋白量25g)の時期を追つて血液成分の総量と窒素出納による体蛋白消耗量との関係を示した成績を第1表aに示す。表のbには参考の爲に此の被検者に就いての血液成分濃度の変化を附記した。而して此れは日を逐つて漸次減少低下する。10日目以後は稍々其の値が落着を示して來るから此処に見る如くHb竝にS.P, 蛋白商, 血液竝に血清比重は第1編(1)に述べた通り漸次低下し且白血球数減少を認めるのであるが, 一方循環血液中のHb量, S.P量, 殊に血清アルブミン量, グロブリン量, 赤血球数, 白血球数の総量を計算して見るに逐次減少し, 白血球總数は既に低蛋白食第8日目に著減している。低蛋白食第10~14日の平均値をとると何れも正常値との差は推計学的に有意であり, 両者のF₀の値をとると, 平均して白血球数>Hb量>血液量>血清アルブミン量>血清量の順に大となり有意度は此の順に大きい。赤血球数, 血清グロブリン量には有意の差は認められなかつた。赤血球数に变化のない事は第1編に記載した如く此の場合の貧血が低色素性, 小細胞性となる事を意味し

測定項目	2400 Cal.		
	50g 蛋白量 測定時期 5日 8日 平均(7)	10日	14日
血色素濃度 %	89.9	84.9	
血清蛋白濃度 %	6.64	6.32	
白血球数 ×10 ⁸	65	54	
赤血球数 ×10 ⁶	447	487	
アルブミン グロブリン比	1.52	1.19	
血液比重 ^{*)}	545	530	
血清比重 ^{*)}	240	233	
備 考	*) 讀書の食餌摂取後 経過した日数を示す (*) 10...と記載すべき 所と...の部分のみ を示した		

第1表b

ている。此等の成績より考えると低蛋白食に際して既に1週間目頃より血液蛋白量の減少又は眞性貧血が認められると言つてよいであろう。上記と同様の低蛋白食実験より得た6例に就いて各成分全量の第2~3週の間の平均値を第2

は体蛋白消耗量の大半を占める事が明らかである。次に此の様な血液蛋白減少値と体蛋白消耗量の比較を従来教室で行つた各種の低蛋白食実験の成績に就いて求めて見ると第3表の右より2行目の欄に見る様な結果となる。

測定項目	単位	低蛋白食前値 (I)	低蛋白食末期値 (II)	$\frac{II}{I}$	I-IIの 差のFe
循環血液量	ℓ	445(0.0863)	428(0.1048)	96.5	$\frac{17.93}{F(P; 0.05)}$
循環血容量	ℓ	2.58(0.0216)	2.58(0.0562)	100.2	$\frac{0.01}{F(P; 0.05)}$
血色素全量	g	557.3(1781.48)	504.6(1847.48)	91.0	$\frac{52.7}{F(P; 0.01)}$
血清蛋白全量	g	168.7(158.93)	154.0(107.84)	91.2	$\frac{14.7}{F(P; 0.05)}$
血清アルブミン全量	g	102.3(67.62)	85.7(43.27)	84.1	$\frac{16.6}{F(P; 0.05)}$
赤血球總数	$\times 10^6$	215(492 $\times 10^6$)	208(687 $\times 10^6$)	97.4	$\frac{0.25}{F(P; 0.03)}$
白血球總数	$\times 10^3$	247(1582 $\times 10^3$)	188(678 $\times 10^3$)	76.6	$\frac{27.93}{F(P; 0.01)}$
備考	1) 何れも6例の平均値を示す 2) (I)には標準食の外に高蛋白食の値も入れた。 3) (I)と(II)欄の()には下偏分数を示した。				

第2表

表に示した。その成績は第1表と大体同様で、低蛋白食によつて確に眞性貧血及低蛋白血症が認められる。

唯此の場合には血液全量、血清全量は被検者により或は軽度増加し或は減少して一定しない。此の様な個人差のある事は栄養失調症に浮腫型と萎縮型のある事より見ても充分肯ける事である。Walters等(9)は印度兵捕虜の栄養失調症患者に就いて其の血液全量の測定より眞性貧血、低蛋白症の存在を実証したが著者の成績によつて斯る栄養失調症の血液性状の変化は蛋白缺乏の

重要な原因をなしている事が実証されたものと考えて良いであろう。又白血球数に就いても栄養失調症に於いては顯著な減少(10)が見られる事は諸家の一致した見解であつて、此れも亦食蛋白缺乏による造血機能の低下が重要な原因をなしているものと考えられる。

次に食蛋白缺乏により消耗した血液蛋白と体蛋白消耗との間に如何なる関連があるかを見る爲に第1表aの下段に低蛋白食開始以後の蛋白負出納値を上段の低蛋白食日数迄総計したものを記載した。此れとその時の血液蛋白(Hb, S.P)減少量とを比較して見ると、血液蛋白の消耗量

こゝで明らかな事は表の上半分の3例の被検者に就いては血液蛋白消耗量と体蛋白消耗量との比率が下半分の3例の成績に比し格段に小さい事である。此れは上3例に於いては低蛋白食実験に入る前に可成り豊富な蛋白(125g/日)を攝取した爲に肝等に蓄えられた浮動性蛋白量が充分に保有せられていた爲であろうと考えられる。併し普通の標準蛋白量(50~75g)を攝取していた下3名の被検者に於いては第2表の成績と同様に体蛋白消耗量の大

被 検 者	体 の 変 化 量 (g)	低 日 食 量 (g)	血 少 量 (A) (g)	血 色 素 量 (I) (g)	血 色 素 量 (II) (g)	血 色 素 量 (III) (g)	血 清 量 (B) (g)	血 清 量 (C) (g)	血 清 量 (D) (g)	血 清 量 (E) (g)	血 清 量 (F) (g)	血 清 量 (G) (g)	血 清 量 (H) (g)	血 清 量 (I) (g)	血 清 量 (J) (g)
Y. N.	125 -25	22	14.9	0.88	17.3	96.1	3.9	18.8	148.1	12.7	87.4				
G. I.	"	12	34.5	1.92	18.7	89.7	0	34.5	200.9	17.2	100.0				
H. Y.	"	16	47.2	2.58	20.8	87.6	7.3	48.5	274.5	17.8	85.8				
Y. T.	75 → 30	24	22.0	0.92	17.0	94.6	3.6	15.6	150.3	17.0	85.9				
Y. H.	75 → 25	13	70.4	5.43	19.2	71.7	20.1	90.5	103.8	87.2	77.7				
G. I.	50 → 25	13	15.9	5.07	19.4	73.9	12.5	78.4	107.2	71.6	84.1				
Y. T.	75 → 25	18	59.2	3.29	18.3	72.6	28.4	87.6	70.5	124.3	17.6				
備考	1) 血色素と血清蛋白の減少量は測定値より推定した。2) 推定に13例の被検者を用いた。														

第3表

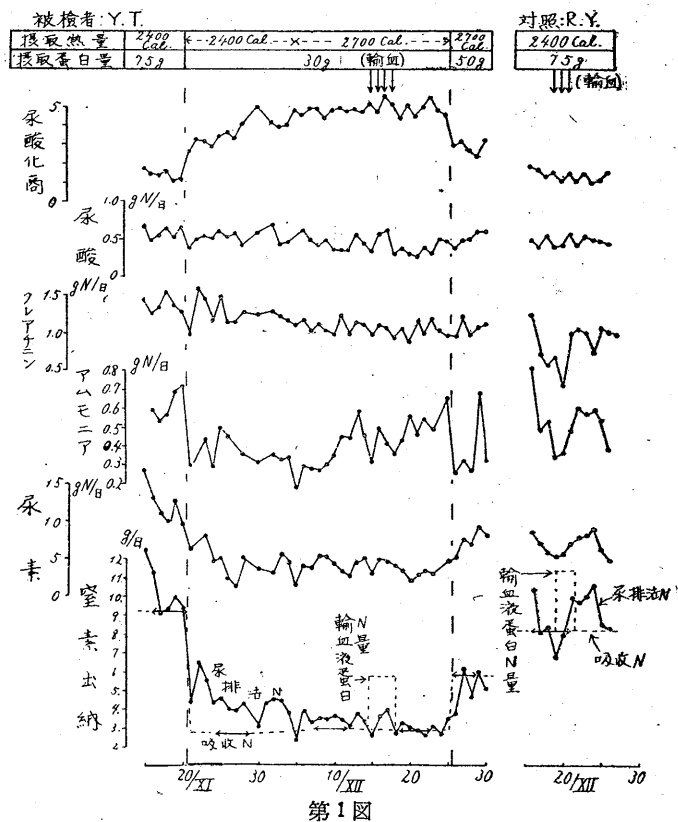
部分の血液蛋白消耗量に該当している。たゞこの上下段の中間に示した Y.T 例の成績のみは低蛋白食に入る前に標準蛋白量を与えられたにかゝらず低蛋白食による血液蛋白消耗量が少なくなっているが、此れは試験前に可成り高蛋白食を常食とした爲であつて、R.P 豊富な者として取扱うべきであろう。要するに R.P 量が夫れ程過剰でない限り食蛋白缺乏の初期に現われる体蛋白消耗の大部分は血液蛋白に該当したものであり、然も此の血液蛋白消耗量の大半は Hb の消耗によるものである事は第3表の右端の Hb 消耗比の成績に明らかである。斯る低蛋

白食初期の体蛋白の消耗の由來に就いては Thomas 以來 Vorratsweib の分解によると推定せられ (Boothby 11), 又井上 (7) によれば低蛋白食の初期には基礎代謝量には変化ないから, 此処に消耗する蛋白は細胞の酸化と言う事とは直接関係のないものであると言う。故に此の窒素負出納によつて消耗する蛋白が R.P であると考える事は R.P 本來の性質上自然な考えである。然も此の蛋白消耗の大部分が血液蛋白の消耗量に該当するのであるから, 血液蛋白は Hb も S.P であると考えた方が良い様に思われる。肝等に蓄積された R.P の消耗は此の血液蛋白消耗量によつて説明出來ぬ部分を説明するものであろう。併し乍ら, 單に此の成績のみを以てしては, 食蛋白缺乏によつて消耗した血液蛋白の全部 R.P であると断定する事は早計であつて, 此れを結論づける爲には血液蛋白が体内の蛋白の代謝交流に役立つと言う R.P の最も重要な性質のある事を説明しなければならぬ。血漿蛋白に就いては既に Whipple 等 (2, 3, 12) によつて夫れが食蛋白の代りとなつて代謝交流に役立つ事が証明されているが, Hb 蛋白に就いては否定的な意見が多い。(Whipple) (2) そこで次に, 果して此等の血液蛋白が Hb も S.P も共に代謝に用いられるかどうかを見る爲に次の低蛋白輸血実験を行つた。

B. 輸血によつて注入した血液蛋白は蛋白代謝に用いられるか?

第1図には輸血実験に於ける窒素出納を示した。先づ対照例では輸血後第3日より尿窒素量が増加し始め輸血終了後第5日には正常に復しているが, 此の間の過剰排泄窒素量は蛋白に換算して 55g に及んでいる。之は注入した血液蛋白の 88% に該当する。所で此の時尿中のアムモニア, クレアチニン体, 尿酸, 尿酸化商には変

化は見られないが, 尿素のみは輸血第3日より排泄が増加しており, 此の時の尿素排泄の正常のレベルを想定すると蛋白量にして約 55g の過剰排泄となつている。従つて注入した血液蛋白の 88% が尿素に逆分解されて排泄された事になる。Ashby (21) によれば注入した血球は 25~50 日も残存する事が証明せられるが, 著者の場合には採血に際しては 3.8% 枸橼酸曹達を 10% の割合に混じり O 型血液を血液型 O 型の被検者に注入したものであつて, 血球の形態保持には夫れ程



注意を払わなかつたから恐らく注入後早期に破壊, 分解を受けた物ではないかと考えられる。

次に 30g の低蛋白食を 3 週間続けて可成りの蛋白缺乏を起した被検者に対し対照例と同様に 1 日約 100cc の血液を 4 日間に亘つて輸血を行つた所図に見る如く尿窒素排泄は増加せぬのみならず却つて窒素出納は負より正となり, 蛋白利用率の向上した事が窺われる。此の場合輸血した血液は対照と同様に第3日目頃より分解さ

れたとすれば、此れは体内で何等かの蛋白合成に利用されたに相違ない。又此の際腸より吸収されたアミノ酸の内で其れまでは必須アミノ酸の缺乏の爲に体内に利用されていなかった物も此の血液蛋白の分解に依り生じた必須アミノ酸を得る事によつて体蛋白合成に利用せらるゝに

到つたものであろう。此れが食蛋白の Balance index (Allison) (14) を向上せしめ負出納を正に轉ぜしめた理由であらう。即ち輸血した血液蛋白は 100% 以上に利用せられる事になるのである。

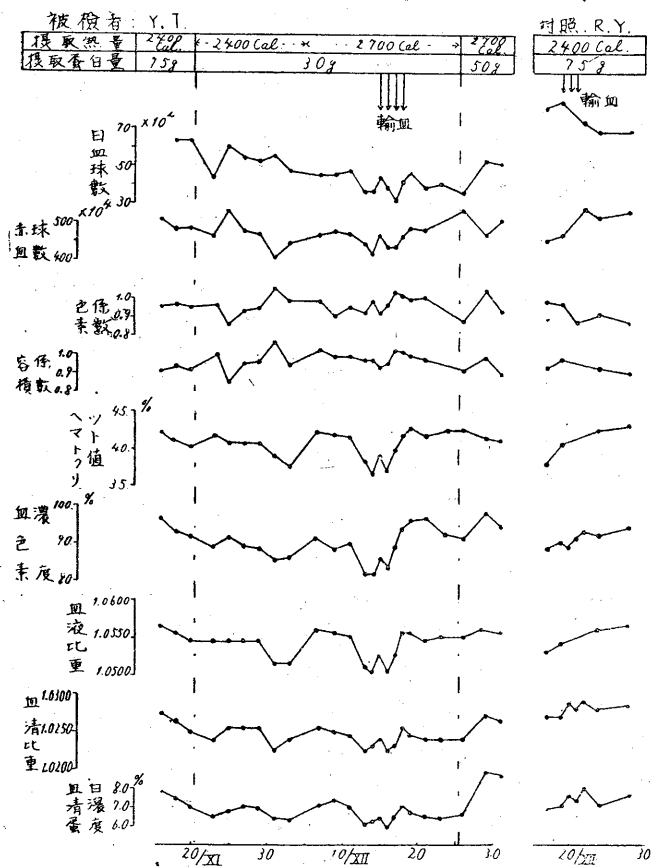
此の様に血液蛋白の利用が極めて良好なるに

比較して案外なのはカゼイン蛋白の利用の状況である。即ち輸血の効果が一応見極められ、血液性状態に窒素代謝が略平衡に達したと思われる輸血終了後 8 日目よりカゼイン蛋白を 20g/日 附加したが図に見る様に 5 日間 21.4g の蛋白蓄積を起したに過ぎない (附加蛋白量の 21%)。故に血液蛋白よりも遙に利用率が低い事になる。唯此の場合注目される事は血液蛋白注入の場合と異り、第 4 表に見る如く血清蛋白の増量の顯著な事が目立つてゐる。

次に斯様な輸血によつて注入せられた血液蛋白が如何なる組織蛋白に利用せられたかを考える。これに対して第一に問題となるのは血液自身の再生の問題である。第 2 図には此の実験に於ける血液成分濃度、第 4 表には循環血液内全量を示した。図に見る様に低蛋白食 3 週後に輸血を始めたが、赤血球数、Hb 濃度は何れも輸血により上昇し、白血球数や S.P 濃度も上昇するが前二者程ではない。特に Hb 濃度の回復は著明で標準食期を凌駕する値となり、輸血終了後第 1 日より第 3 日には最高値を示す様になる。此れに附随してヘマトクリット値も上昇し、色素係数、容積係数も 0.99 と言う正常値に回復する。之等何れの値も爾後低下して一定の平衡値に達し、其の後のカゼイン食により再上昇してい

測定項目	被験者 Y.T.										対照 R.Y.			
	摂取熱量 2500 Cal		2400 - 2700 Cal								2400 Cal			
	75g	10g	10g								75g			
測定日	第 1 日	第 2 日	第 3 日	第 4 日	第 5 日	第 6 日	第 7 日	第 8 日	第 9 日	第 10 日	第 11 日	第 12 日	第 13 日	第 14 日
循環血液量 L	4.00	4.15	4.30	4.30	4.34	4.44	4.34	4.13	4.13	4.44	4.42	4.34	4.34	4.34
循環血液量 L	2.37	2.51	2.58	2.46	2.55	2.55	2.50	2.43	2.05	1.94	1.90	1.90	1.90	1.90
血色素全量 g	517.0	483.0	528.8	517.6	574.0	559.4	542.4	547.3	429.0	438.3	433.8	433.8	433.8	433.8
血清蛋白全量 g	172.1	167.4	167.6	165.9	164.8	164.3	164.4	164.2	145.3	140.1	145.1	145.1	145.1	145.1
血清蛋白全量 g	101.8	97.3	102.4	103.8	94.1	100.6	100.4	102.6	82.9	80.7	81.2	81.2	81.2	81.2
赤血球数 $\times 10^6$	1.94	1.93	1.96	2.07	1.09	2.33	2.12	1.56	1.75	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
白血球数 $\times 10^3$	252	171	133	198	164	178	151	211	277	233	227	227	227	227

第 4 表



第 2 図

る。第4表に於いて循環血液量に血清量、赤血球総数、Hb 全量、S.P 全量に就いて輸血の効果を見るに、此れも大体先の血液成分濃度と同様に輸血より若干増加するが輸血終了後少々落着き平衡値に達する。此の内最著明な変化を示すのは矢張り Hb であり輸血により急速に増加し、輸血終了後第3日には注入血液蛋白 (71.8g) 以上の増加 (91.0g) を見せているが、第5日より少々漸減を見せ、第8日頃より安定した値をとるようになる。此の安定した後の値と輸血前の値とを対比するとその増加量は 57.4g となり注入血液蛋白の80%に該当する。即ち利用率80%となる。輸血後 Hb 量が注入した血液蛋白以上に増加する理由に就いては第一に注入した血球は全部が直ちに崩壊して終う事なく対照実験に明らかな如く一部は暫時血液中に止るのであるが、其の上に猶分解した血液蛋白が造血血管を刺激して其の再生を促し、食蛋白に由来するアミノ酸の利用を昂めて Hb の増加を來す爲に、斯様な一時的な Hb の過剰を生ずると考う可きであろう。此の事は輸血開始後尿排泄窒素量が急に減少して食蛋白の利用が昂められた事実によつて裏付けされている。併し注入した血球は前記の如く此の場合には漸次崩壊して行くと考えの方が妥当であるから、此れによつて漸次血球数も Hb 量も減少して1週間頃には注入した血液蛋白は大部分分解され、Hb のレベルも一応安定した値に落着くものと考えられる。而して此処に再生せられた Hb 量は前記の如く注入した全血液蛋白の80%に当っているが、一方輸血した血液蛋白の内訳を見ると其の60~70%は Hb であるから、若しも Hb の再生材料が輸血した Hb に由来するものとすれば輸血した血液中の Hb は悉く Hb 合成に参画した事になる。勿論實際に於いては血液蛋白の分解産物の中には若干は他の臓器組織の再生に利用せられたもの、或は尿中に排泄せられたものがあるであろうし、又再生した Hb の材料の或る物は食蛋白に由来したものもあるうし、S.P に由来したものや又一部は輸血されて其の儘残つたものもあるであろう。併し輸血した血球が大部分崩壊す

ると考える限り、如上の計算によつて輸血した Hb の少くとも大部分のものが Hb 再生に利用された事は確實と言わねばならぬ。参考の爲に此れと同様の輸血を行つた対照例の血液性状を見るに、血液成分濃度は輸血後若干上昇し、Hb 量に S.P 全量も輸血2日目には若干増加するけれども1週間後には再低下して元の値に復している。然も此の間の窒素出納の成績を参照して見ると、食物よりとつた窒素量以上に過剰に尿に排泄せられる窒素の総量は注入した血液蛋白の大部分に相当している。

即ち此の事より明らかな様に、輸入血液蛋白が大部分其の再生に利用せられる爲には被検者が血液蛋白の缺乏状態にある事が必要であつて、被検者が蛋白不足の状態にない場合には注入血液は約1週間て全部分解を受け排泄せられて終うのである。此等の事は臨牀的にも重要な所見であつて、貧血、低蛋白血等の症状がある場合は輸血によつてその蛋白を補う時は約1週間位の間に血液の再生に利用せられ、又食蛋白の利用率を向上せしめて蛋白缺乏の回復に役立つものである。

扱て以上の如く Hb は生体が蛋白缺乏の状態にある時には生体の蛋白代謝に利用せられる事が明らかになつたのであるから、此の点より言つて Hb を一応 R.P と言つて差支えないであろう。併し此処で考えねばならぬ事は、Hb は外ならぬ Hb 自体の再生に利用されている事であつて、注入した Hb が Hb 以外の臓器蛋白の合成に利用されるや否やは明らかでない。此の点 S.P は4日間で約 25g の注入があつたに拘らず輸血後殆んど流血中には増加せず僅に血清アルブミンが一時約 10g 流血中に増加したに過ぎず、残りの大部分は他の臓器蛋白合成に利用されたと見るべきであつて Hb とは趣を異にする。R.P とは一般に此の S.P の様に自由に他の組織蛋白に利用され得べき物であるから、此の点に於いて Hb を R.P とすべきや否やに就いて從來兎角の異論があつた訳である。Whipple 一門 (15, 16) の研究では嘗て溶血した赤血球の Hb 乃至 Globin (17) が蛋白缺乏の場合に蛋白の

代謝殊に血漿蛋白の形成にも利用され得る (18) 事を証明しているが、又一方に於いて最近の同位元素を用いた実験では Hb の蛋白構成物質たる Globin の再利用に就いて否定的な見解をも発表している (4)。併し乍ら後者の実験に於いては犬について実験開始前は蛋白缺乏に陥らしめている。実験開始後は病院の残飯を用いて飼育し、厳密な蛋白缺乏状態においたものではない。従つてこの成績を以て直ちに蛋白缺乏時の Globin の体内利用を否定する訳には行かぬ。然るに一方著者の教室の山地 (19) は勞働に慣れていない者に毎日重勞働を課して訓練して行く時は筋肥大に伴い Hb の減少してゆく事を認め、Hb が筋の Myoglobin の再生に利用される事を推論した。此れとは逆に Whipple (16) は Myoglobin を注入する事より、Hb を注入した時程ではないが、Hb の増加することを確認している。恐らく Hb と Myoglobin は化学的に同一構造である爲に容易に相互に移行する事が可能なのであろう。此の様に考えて來ると Hb は或る程度限定された意味での R.P であるとの断定が成立する。殊に近來 Strumia (20) は Hb より分離した修飾 Globin が S.P の再生に役立つ事を立証している事を思い合せると一層其の感を深くする。

扱て以上によつて Hb は一種の R.P と見做して差支えない事が判つたが、此の観点よりもう一度一番最初の緒論に述べた問題即ち蛋白缺乏に際して Hb の減少する原因に就いて論じて見よう。即ち第 1 報に述べた如く低蛋白食に際してはその影響が逸早く血液蛋白に現われて Hb や S.P が減し、然も其の減少率は第 2 表にも明らかな如く平均して Hb も S.P も略等しいのであるが、此の減少は此等の血液蛋白が R.P として働き食蛋白の代りとなつて他の体内臓器の蛋白代謝に用いられる爲であると説明して良いであろうか。此の事は S.P に就いては其れが極めて良質の R.P である事より容易に肯かれ又実証せられている所であるが、Hb の場合には S.P の様に万能的な R.P ではないのみならず、夫れが赤血球内に存し、此れが破壊して始めて他の

目的に利用可能となるのであるから R.P の考えを以て直ちに其の減少を説明する訳にはゆかない。そこで先づ最初に問題となるのは赤血球乃至は Hb の寿命であるが、Whipple (4) 等によれば犬に就いては赤血球の寿命は約 4 ケ月であり、Hb の寿命も亦夫れに略等しいと言う。併し人体の赤血球に就いてはもつと寿命が短いものと考えられ、Ashby (21) は此れを約 30 日に概算し、Wearn (22) は 59~113 日と推定した。此の様な人体の赤血球寿命は未だ充分明らかでないが、併し少くとも犬の夫れよりも遙に短い事は著者等の成績からも推定せられる。即ち第 2 表に見る様に此処に取扱つた被検者の Hb 全量は大體 500~600g であるが、若しも赤血球の平均寿命が 4 ケ月とすれば 1 日約 4~4.7g の Hb の崩壊が起る事となる。然るに第 3 表に見る如く、低蛋白食による Hb の 1 日平均消耗量 (消耗率) は表の I 欄に示す様に 1~5g であるから、消耗の最も強い例では Hb の再生の完全停止乃至赤血球の過剰破壊が起つていると考えねば説明がつかない。栄養失調症の末期には赤血球の破壊が増す事 (Lamy (10. iii), Keys (2, 3)), 赤血球形質膜の抵抗力の減少する (24) 等が報告されているが、單に低蛋白食を 2 週間続けた位では此の様な強烈な変化が起るとは考えられない。従つて人体赤血球寿命はもつと短いものであるに違いない。近時 Rittenberg 等 (25) は同位元素を用いて赤血球の寿命も亦 4 ケ月であると言つてゐるが、併し少くとも蛋白缺乏時にはその様な長い寿命であるとは考えられないのである。之は犬に於いては低蛋白食による Hb の減少は S.P の減少程に強くない事が認められている (26) が、此れも蛋白缺乏時の赤血球寿命が犬の方が人体より特に長い事を裏付ける事実であろう。そこで仮りに人体の赤血球寿命に對して Ashby の 30 日と言う値をとつて第 3 表の被検者の 1 日の Hb の自然消耗率を計算すると表の II 欄の値が得られる。此れより Hb の再生率を計算すると、表記の如く低蛋白食期に於いては 73~78% の再生しか起つていない事になる。唯体内 R.P の豊富な者に於いては 88~95% の再

生率となる。恐らく肝の浮動性蛋白は勿論のこと崩壊せる Hb も亦或る程度の R.P.として他の組織の代謝に利用せられて Hb 再生に使用せられる材料が不足し、又此の蛋白缺乏に敏感に反応して骨髓が Hb 再生機能を低下した爲であろう。低蛋白食期に白血球数が著明に減少する事実 (1~2表) も此の間の消息を物語るものであろう。又蛋白缺乏による Hb の減少率が S.P. の減少率に略近いと言う事も、Hb が S.P. 程良質の R.P. でないにしても或る程度 R.P. として作用する爲に相交流する機会が与えられる訳であり此れが両者の減少率を近似的なものとする理由と思われる。

IV. 総 括

1) 低蛋白食を永く続けて体内の貯蔵蛋白缺乏を來さしめた場合には循環血液中の色素、血清蛋白特に血清アルブミンの全量及び白血球総数が減少し眞性の貧血、低蛋白血、白血球減少を來す。

2) 被検者の体内貯蔵蛋白が特に豊富でない限り、普通は約 2 週間の低蛋白食 (25g/日) によつて消耗した血液の全蛋白減少量は此の間の窒素出納の検査によつて測定せられた全体蛋白消耗量の 72% に及び然も其の内の大部分が Hb の減耗に相当する。

3) 以上の如く蛋白缺乏に際して色素蛋白が特に著明な減少を來すのは人類の色素は他の動物に比し少くとも蛋白缺乏に際してはその代謝が比較的速かであつて、且つ次の吟味に明らかな如く、色素が或る程度貯蔵蛋白としての役割を果す爲であろうと考えた。

4) 低蛋白食によつて蛋白缺乏に陥つた者に日々 100cc (蛋白約 20g) の輸血を行う時は (3.8% 枸橼酸ソーダ加)、注入した血液蛋白は殆んど全部体内に蓄積するのみならず、食蛋白の利用率も向上して窒素負出納が改善せられて蛋白缺乏の回復に役立つ。

5) 斯る場合カゼイン蛋白 20g を経口的に負荷しても其の 21% しか利用せられず、其の利用率 (一種の生物價) は血液蛋白の 1/4 に過ぎぬ。

但し此の場合と異り血清蛋白の回復が顯著である。

6) 体内の貯蔵蛋白が可成り充盈せられている健常者に上記と同様の輸血を行つてもそれは輸血後 1 週間位迄の間に血液蛋白は分解せられる爲に尿窒素排泄量が増加し、この過剰排泄窒素量は注入した血液蛋白の窒素量の 88% に達する。又分解産物は主として尿素である。

7) 蛋白缺乏に際して注入した血液蛋白特に色素は大部分色素自身の新生材料に利用せられる。従つて色素は斯る蛋白缺乏者に対しては一種の貯蔵蛋白の代用となり得る。

8) 色素は、上記の成績と既往の業績とを併せ考える時は血清蛋白に対して補助的な貯蔵蛋白であると断定せざるを得ない。斯く断定する事によつて始めて食蛋白缺乏時の貧血の意義が判然とする。

本研究は文部省科学研究費により行われた。研究を進めるに当つては吉村教授の御懇篤な御指導、御校閲と、教室員諸氏の御協力、御援助を忝うした。此処に記して謝意の一端とする。

文 献

- 1) 山本正道 (1951) 日本生理誌 13, 408
- 2) Madden, S. C., G. H. Whipple (1940) *Physiol. Rev.* 20, 194
- 3) Terry, R., W. E. Saudrock, R. E. Nye, Jr., G. H. Whipple (1948) *J. Exp. Med.* 87, 547
- 4) Bale, W. F., C. H. Youile, L. Vergue, L. L. Miller, G. H. Whipple (1949) *J. Exp. Med.* 90, 315
- 5) 平出順吉郎 (1950) 生体の科学 5, 2
- 6) 平出順吉郎 (1948) 日新医学 35, 10
- 7) 井上五郎 (近日発表予定)
- 8) Kanitz, H. R. (1932) *Biochem. Z.* 249, 234.
- 9) Walters, J. H., R. T. Rossister, H. Lehmann (1947) *Lancet* 15, 244
- 10) i) 斎藤正行 (1948) 日本内科誌 36, 113; ii) 操 坦道・木村 登・松岡勝利 (1948) 11, 147; iii) Lamy, M., M. Lamotte, Lamotte-Barrillon (三浦義彰・肥田野信訳) (1950) 栄養の代謝と障碍
- 11) Boothby, W. B., I. Sandiford, K. Sandiford, J. Slosse (1925) *Ergeb. d. Physiol.* 24, 728
- 12) Holman, R. L., E. B. Mahoney, G. H. Whipple (1934) *J. Exp. Med.* 59, 269
- 13) Best and Taylor (1930) *The physiological basis of medical practice* p. 90
- 14) Allison, J. B. (1948) *Ann. Rev. Biochem.* 17, 275

- 15) Taylor G. B., E. J. Manwell, F. S. Robscheit-Robbins, G. H. Whipple (1930) *Am. J. Physiol.* 92, 408
- 16) Whipple, G. H., F. S. Robscheit-Robbins (1927) *Am. J. Physiol.* 38, 60
- 17) Robscheit-Robbins, F. S., G. H. Whipple (1937) *J. Exp. Med.* 66, 565
- 18) Miller, L. L., F. S. Robscheit-Robbins, G. H. Whipple (1945) *J. Exp. Med.* 81, 405
- 19) 山地康平 (近日発表予定)
- 20) Strumia, M. M. (1945) *Am. J. Med. Sci.* 209, 436
- 21) Ashby, W. (1919) *J. Exp. Med.* 29, 267
- 22) Wearn, J. T., S. Warren, O. Ames (1922) *Arch. Int. Med.* 29, 527
- 23) Keys, A. (1948) *J. Am. Med. Ass.* 138, 500
- 24) 藤野久義 (1946) *日本血液会誌* 9, 89
- 25) Shemin, D., D. Rittenberg (1946) 166, 627
- 26) 上田英雄・武内重五郎・佐竹清人 (1951) *医学と生物学* 18, 80

Summary

The human subjects being fed with protein poor diet for about two weeks as described in the first report, changes of the blood protein content were observed together with nitrogen balance, and the nutritional rôle of blood protein was discussed. Results and conclusions are as follows.

1) By calculating total amount of hemoglobin in the circulating blood, it was proved that the reduced amount of total hemoglobin in the experimental protein deficiency corresponded to the major part of body protein lost by negative nitrogen balance, unless the protein content of habitual food before the experiment was too high, i. e. the body was enriched with reserve protein.

2) The mean reduction rate of hemoglobin in the experimental protein deficiency was found frequently to be as large as the normal rate of its formation which was estimated from the mean life time of erythrocyte reported by Shemin and Rittenberg. That is to say that the cause of hemoglobin reduction can not be explained by a single decrease of its formation. Therefore hemoglobin should be destructed excessively in protein deficiency.

3) About 100cc blood being transfused daily into the subject of protein deficiency for four days, nitrogen balance was found to turn to positive from negative side, and thus the blood given was utilized more than completely in body. The hemoglobin content of the subject rose immediately after the injection, and the increased amount of total circulating hemoglobin corresponded to about 80% of blood protein injected after about a week.

4) On the other hand, nitrogen output in urine rose after several days, when the blood was given to a normal subject who was not deficient in reserve protein, and the total amount of excess output of urine nitrogen corresponded to about 90% of the blood protein given.

5) From these, it may be concluded that the blood protein both hemoglobin and plasma protein can be utilized to maintain protein metabolism of human body, at least to form new hemoglobin, when the subject was deficient in reserve protein.

6) On the cause of anemia in human protein deficiency, it is probable that hemoglobin is utilized to some part of protein metabolism, as a reserve protein, though in a restricted extent.

Institute of Physiology, Kyoto Prefectural Medical College

腎臓の週期的収縮と動静脈圧の変動に就いて 612. 143, 144, 146: 612. 19: 612. 463. 5

Effects of the Renal Rhythmical Contraction on the General
Blood-pressure and the Renal Venous-pressure.

銭 場 武 彦・岸 良 尚 (Semba-Takehiko・Kishi-Yoshinao)*

I. 緒 言

脾臓又は腸の週期的収縮により、一般動脈血圧に週期的変動を生ずる機轉は、Barcroft & Nisimaru 等 (1, 3) により追及されたが、自分等 (8, 9) は更に夫れによつて、脾静脈圧又は上腸間膜静脈圧に夫れと同期な波状変化を生ずる事を明らかにし、これは門脈血行に対して大きい意義があるだろうと説明した。

而して腎臓が週期的容積変化を営み、同時に一般動脈血圧に波状変化を生ずる事は、Hallion & Francois-Franck (4) が初めて犬で見出し、尾形 (6) は兎で、夫れが坐骨神経中枢端の刺激によるのみならず、内臓神経刺激、一時的窒息、アドレナリン静注等によつても同様変化を生ずる事を明らかにした。

Hallion, 尾形等が用いた刺激方法は、必ずしも腎臓のみに作用するものではなく、全身的な影響をもつものであるから、動脈血圧の波状変化が全く腎臓の収縮にのみ由來するものである事は、実験的には示されて居ない。

そこで自分等は、一方に於いては腎臓の週期的収縮が動脈血圧に及ぼす影響を追及すると共に、他方では腎臓の収縮が腎静脈圧に及ぼす影響に就いて追及して見た。

II. 実験方法

犬 (4~9.5kg) を用い、ウレタン及エーテル麻醉を行う。豫め脾臓、小腸及大腸の大部を摘出した後、左腎をオンコメーターに容れ、その容積変化をタンブールで描記させ、一般動脈血圧測定には左総頸動脈より観血的に水銀マンノメーターに導き、腎静脈圧の測定のためには、カヌーレを左精系静脈より左腎静脈の合流部に挿入し、10% クエン酸ソーダ溶液 (比重1.060) を充した水マンノメーターに連結した。描記には写真キモグラフィオンを用いたが、その詳細は自分等が脾、腸の実験に用いた方法 (8, 9) と同じである。実験は冬期行つたため動物の保温には充分注意し、室温を常に20~23°C に保つ様にした。

III. 実験成績

第1表

例	週期 (秒)	頸動脈圧の変化 (mm Hg) (振幅)	腎静脈圧の変化 (mm クエン酸ソーダ液柱) (振幅)	腎容積の変化 (cc)	刺 激 の 種 類
1	15	135-138(3)	33-34(1)	0.04	溶血液 15cc 静注
2	18	120-134(14)	31.5-32(0.5)	0.04	大腿神経中枢端電気刺激 20"
3	18	124-128(4)	31-32(1)	0.28	血液 10cc 静注
4	20	122-136(14)	34-35(1)	0.04	10% クエン酸ソーダ液 1cc 静注
5	21	108-112(4)	36-37(1)	0.04	溶血液 20cc 静注
6	21	92- 98(6)	35-39(4)	0.03	腎動脈閉止 10"
7	22	105-117(12)	23-26(3)	0.13	10% クエン酸ソーダ液 1cc 静注
8	22	88-118(30)	22-26(4)	0.20	気管カヌーレ閉止 10"
9	24	108-136(28)	33	0.08	同 上 5"
10	24	94-156(62)	23-26(3)	0.1	迷走神経中枢端電気刺激 15"
11	25	84- 89(5)	33-34(1)	0.04	同 上 15"
12	25	54- 56(2)	16-17(1)	0.02	溶血液 10cc 静注
13	30	96-110(14)	32	0.10	血液 5cc 静注
平均		(15.2)	(1.6)	0.05	

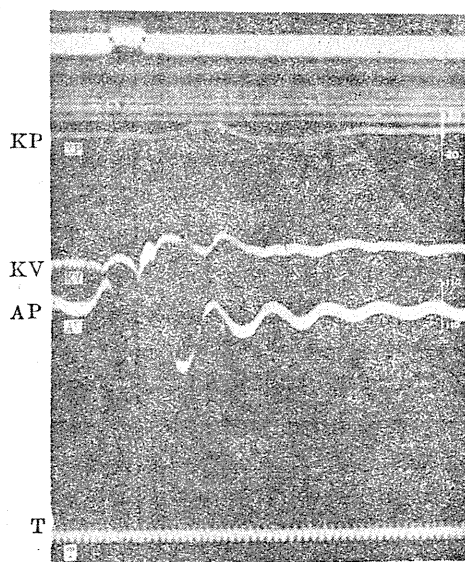
* 広島医科大学生理学教室

脾臓、腸の週期的収縮を起させる所の、血液、溶血液、Ringer 氏液、クエン酸ソーダ溶液等の静脈内注射、迷走神経、大腿神経又は内臓神経の刺激、更に気管カヌーレの一時的閉止、腎動脈の一時的閉止等の刺激をすると、第1表、第1、2図に示す様に、腎臓容積の週期的変動が生ずると共に夫れと殆んど同期して一般動脈血圧及腎静脈圧に波状変化を生じた。

週期15乃至42秒で、24秒前後のものが最も多く、腎容積と動脈血圧とは常に変化の方向は相反して腎縮少時に動脈圧上昇し、動脈圧波と静脈圧波の場合は変化の方向が相反する場合と同じ向きの場合があつた(第2図)。

以上の変化は両側副腎結紮後に於いても、又腎門部に於いて腎臓に入る神経を全て切断した後にも見られた。

第1図は右側迷走神経の中樞端(他側は無傷)を感応電流(巻数10,000, CD=6cm, 2V)で15秒間刺激した例である。腎容積(KV)、一般動脈血圧(AP)は共に初め著明な波状変動(週期24~22秒)を示し漸次その振幅を減じた。即ち腎容

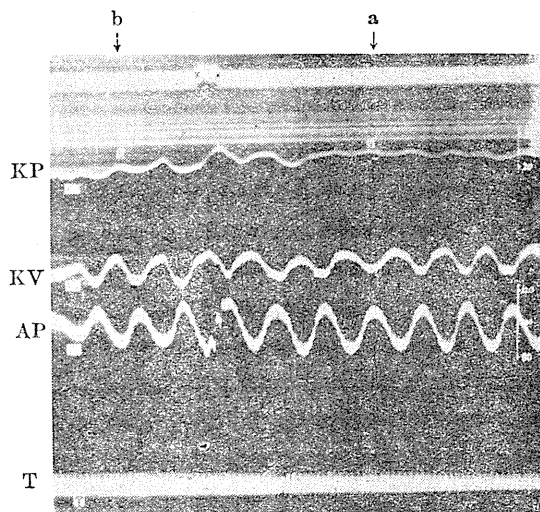


第1図

No. 36, 9.5kg, ♀
 KP=左腎静脈圧 23~26mm クエン酸ソーダ液柱
 KV=左腎容積変化 週期24~22"
 AP=左総頸動脈圧 第3波 126~112mmHg
 T=3"
 ×—× 右迷走神経中樞端電気刺激15"

積の変化は 0.11cc, 0.07cc, 0.04ccと漸減し、動脈圧は 156~94mmHg で振幅 62mmHg が2分30秒後には、124mmHg で振幅 3mmHg となつた。腎容積減少時に動脈圧上昇し、腎臓の拡大時に動脈圧は下降した。而して腎容積及動脈圧両曲線の山(又は谷)の頂点は約1秒のずれがあり、容積曲線の山は動脈圧曲線の夫れに先行した。動脈圧及静脈圧曲線は常に同期で、この時の左腎静脈圧の変化は腎容積変化と並行し、腎臓縮少時に静脈圧は下降を示した。

第2図は10%クエン酸ソーダ溶液 0.25cc を股静脈より注入して3分後のものである。腎容積及動脈圧に著明な方向逆向きの波状変化を生じ長時間持続した。週期19~24秒。×にて気管カヌーレを5秒間閉止したが、このため動脈圧波は振幅を増大した。腎容積の変化は0.2~0.17cc であるが、動脈圧の変化は大きく、118~88mmHg 振幅30mmHg、又は114~82mmHg で振幅32mmHg に及んだ。この時の腎静脈圧は 22~26mm 振幅 4mm クエン酸ソーダ液柱、又は23~24mm、振幅 1mm クエン酸ソーダ液柱に過ぎなかつた。容積変化は約1秒動脈圧の変化に先

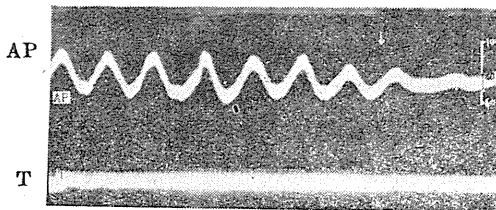


第2図

No. 37, 9.3kg, ♀
 3分前に10%クエン酸ソーダ 0.25cc 静脈内注射
 KP=左腎静脈圧 22~26mm クエン酸ソーダ液柱
 KV=左腎容積変化 0.2~0.17cc 週期19~24"
 AP=左総頸動脈圧 88~118mmHg
 T=3"
 ×—× 気管カヌーレ閉止5"

行するのが見られた。しかし動静脈圧の変化は全く同期である。第2図aに於いては動静脈圧の変化は同じ向きであつて、腎容積減少時に動静脈圧は上昇を示し、第2図bでは動脈圧、静脈圧の変化の方向は逆であつて、腎容積増大時は動脈圧下降し静脈圧は上昇を示した。

第3図では 10^{-4} アドレナリン 0.3cc を股静脈より注入した時の頸動脈圧曲線の変化である。週期28~31秒で、血圧変動の振幅28mmHg (血圧64~92mmHg) の著明な週期的収縮を生じた。この時矢印で左右腎動静脈を同時にクレンメで閉止すると、動脈血圧曲線の波状変化は直ちに消失した。これは動脈血圧の週期的変動が腎臓に基因する事を示すものである。



第3図

No. 51, 4kg, ♀
 10^{-4} アドレナリン 0.3cc 静脈内注射
 AP=左総頸動脈圧 64~92mmHg
 T=3"
 週期=28~31"
 ↓左右腎動静脈閉止

IV. 総括と考按

1) 脾、腸を摘出した犬に於いて、腎臓の週期的収縮を生ずるための刺激として Hallion 等 (4)、尾形 (6) が挙げた坐骨神経や大腿神経の中樞端刺激、又内臓神経の末梢端刺激、窒息、アドレナリンの注入等の他に、自分等は更に脾、腸の週期的収縮の研究 (1, 2, 8, 9) に用いた処の血液、溶血液、温 Ringer 氏液、10% クエン酸ソーダ溶液等の静脈内注射、迷走神経の中樞端の電気刺激、腎動脈の一時的閉止等の刺激が有効である事を認めた。

2) 上記の刺激により腎臓は15~42秒の週期を有する容積変動を生ずるが、24秒前後のものが最も多かつた。これ等は脾、腸の週期的収縮に見られる週期 (30秒前後) (1, 3, 8, 9) と殆ん

ど同じであつて、滑平筋臓器共通の特長であろう。

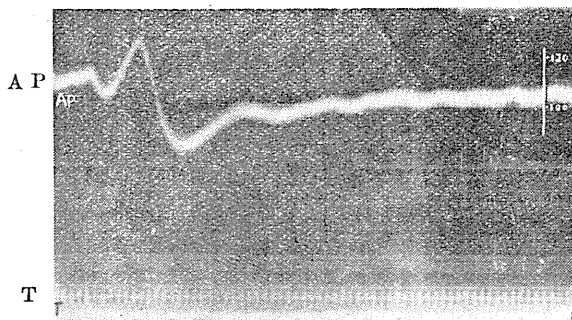
3) 腎臓の収縮と共に、動脈血圧には腎容積変化とは殆んど同期にして、しかも常に方向反対の週期的変化が生ずる。即ち腎収縮時に動脈血圧の上昇を示す。しかして腎容積変化は動脈血圧の変化に僅かに (約1秒) 先行することが多い。この関係は夫々脾、腸に於ける容積変化と動脈圧変化との間に於いても見られた (8, 9)。

4) 腎臓の収縮と殆んど同期に、腎静脈圧にも週期的変化が生じた。容積変化との関係には2様あつて、腎容積減少時に静脈圧上昇し腎拡大時に静脈圧下降する場合 (第1図、第2図a) と、この関係が反対で、腎拡大時に静脈圧が上昇する例がある (第2図b)。このような関係は夫々、脾、腸の容積と脾静脈圧、又は上腸間膜静脈圧との間に於いても認める事が出来る (8, 9)。器管の収縮時に静脈圧が上昇するのは、器管からの駆血圧が高まつたと考えられ、脾臓の様な澱んだ血流をもつ器管にては割合にその変化は大きい (8)。之に反して器管の収縮時にその静脈圧が下降するのは、血流が減じたためと考えられ、腸の週期的収縮ではこの例が多くみられた (9)。

5) 然して之等の動静脈圧の変化は、全て腎臓の週期的収縮に由來するものか、又は心臓、呼吸、或は血管中枢等からの影響であるかに就いて考察するに、これ等の曲線の上行脚と下行脚に於いて脈搏数の変化を伴わない所の血圧変動であり、迷走神経の切断の有無にも関係しない。呼吸数及呼吸の振幅の波状変化も見ない。又腎臓の収縮と動脈血圧の変化とは、殆んど同期で常に変化の方向は反対で一方の谷は他方の山に相当する。又この週期的変動発生の原因として腎動脈の一時的閉止後クレンメを除去した瞬間より週期的変動が生ずる事は、週期的変動の基因が腎臓にある事を示すものである。更に動脈血圧の週期的変動持続中に腎動脈を閉止する時は、この週期的変動が消失するという第3図の実験は、最も明瞭に血圧の週期的変動が腎臓の収縮に依ることを示すものである。

6) 一般に見られる週期的血圧変動が中枢性のものか末梢性基因のものであるかに就いては多くの異論の存在する所である (2, 5, 7) が、猫では週期25秒前後及それ以上の長い週期を有するものは、夫々脾臓又は腸に原因がある事を Barcroft & Nisimaru (2, 3) は実験的に示し、尾形 (6) は兎で腎臓に基因するものとして12秒の週期を、加藤 (5) は第2級の変動を伴い且つ末梢性の原因を有するものとして15秒 (兎) の週期のものを指摘して居る。自分等の実験に見るものは、考察 (5) に示す様に週期24秒前後の末梢性基因のものと考えられる。恐らく脾、腸、腎其の他の器管の週期的収縮が同時に又は各個に夫々血圧の週期的変動の原因となるものであろう。しかし正常時に於いてもかかる現象が見られるか否かは不明である。

尙、脾、腸、腎を除去した犬に於いて第4図に示す様に20~22秒の週期を有する血圧変動を見る事が出来る。Barcroft 等 (2) に従えば、長い週期であるから末梢性のもと考えられるものであるが、骨格筋其の他の末梢血管の収縮によるのか、其の他の部分の滑平筋によるのか、又長い週期を有するもので中枢性のものもあるのか、尙検討を要するものがある。



第4図

No. 47, 4kg, ♀
脾、腸、腎は摘出
AP=左総頸動脈圧
週期 20~22"
T=3"

××× 右迷走神経中枢電気刺激 20" (左は無傷)

7) 腎臓の容積と動静脈圧の変化及週期との関係を一括すると第1表の様であるが、これと脾及腸の容積と脾静脈圧及上腸間膜静脈圧の変

化 (8, 9) とを比較して見ると第2表のようになる。

第2表

	一般動脈圧の 変動 (その時 の絶対値) (mmHg)	各器管静脈圧の変動 (その時の絶対値) (mmクエン酸ソーダ 液柱)	容積の変 化 (cc)
腎臓	7.2 (75)	7.6 (125)	0.6
腸	3.7 (75)	4.4 (95)	0.15
脾臓	15.2 (120)	1.6 (35)	0.05

即ち腎容積の変化は平均0.05ccで、脾臓のそれの1/12、腸のそれの1/3に過ぎないに係わらず、腎収縮による動脈圧の変化は、正常時を120 mmHg とすれば、その12.7%に当る15.2 mmHgの圧変化に相当し、甚しい例ではその血圧の1/3に当る30 mmHgにも及んだ。これは一般血圧に及ぼす腎臓収縮の影響が可なり大きい事を示すものである。之に反して腎静脈圧は正常時35 mmクエン酸ソーダ液柱として平均1.6 mmクエン酸ソーダ液柱即ち4.6%の変動を生じた。之は脾臓の場合の約1/5、腸のそれの約1/3の変化に過ぎない。これは腎臓が脾臓の様な血液貯溜の役割を殆んど持たない事を示すものであろう。

腎臓の収縮は静脈側への影響よりも寧ろ動脈圧の調節により大きい影響をもつ事を示すものと思われる。

V. 結 語

1) 腎臓の週期的容積変化に伴い、一般動脈血圧及腎静脈圧に、それと殆んど同期的な週期的血圧変動を生ずる。

2) 週期は15~42秒で24秒前後のものが最も多い。

3) 腎臓の収縮は、脾臓、腸の場合に比べると、静脈圧に対してよりも動脈圧に対してより大きい影響を与える。

文 献

- 1) Barcroft, J. & Y. Nisimaru (1932) Cause of rhythmical contraction of the spleen. J. Physiol. 74, 299
- 2) Barcroft, J. & Y. Nisimaru (1932) Undulatory changes of blood-pressure. J. Physiol. 74, 311
- 3) Barcroft, J., Y. Nisimaru, & F. R. Steggerda (1

- 932) The effect of intestinal rhythm on general blood-pressure. J. Physiol. 74, 490
- 4) Hallion, L. & C. A. Francois-Franck (1896) Sur l'innervation vaso-motrice intestinale (II) Arch. d. Physiol. 28, 493
- 5) 加藤 保 (昭和22年) Traube の血圧動揺と呼吸中枢の週期的興奮に就いて 日本生理誌 10, 151
- 6) 尾形正治 (昭和12年) 腎臓の週期的収縮並びに其の一般血圧に及ぼす影響 成医会誌 56, 579
- 7) 尾形正治 (昭和15年) 血圧に於ける Traube-Hering 氏曲線発生原因に関する疑義並びに 週期的血圧変動に就いて 成医会誌 59, 640
- 8) 銭場武彦・福場友重・岸 良尚 (昭和26年) 脾静脈圧の週期的変動に就いて 日本生理誌 13, 328
- 9) 銭場武彦・岸 良尚・福場友重 (昭和26年) 腸の週期的収縮と静脈圧の変動 日本生理誌 13, 415

Summary

Experimental dogs are anaesthetized with urethane and ether. Before placing the kidney in an oncometer, the spleen and intestines were removed. The renal venous-pressure are measured at V. spermatica sinistra.

1) The kidney possesses rhythmical contraction as same as the spleen and intestine. The duration of the wave being about 15-42 seconds in a plethysmographic methods.

2) These rhythmic contractions and relaxations of the kidney effect on the general blood pressure and the renal venouspressure. The effect on the venouspressure is lesser than the case of the general bloodpressure.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

筋 労 作 時 の 蛋 白 代 謝 に 関 す る 研 究 612.398.2

(第1報) 労 作 訓 練 時 の 窒 素 代 謝

Studies on Proteinmetabolism in Muscular Exercise.

I. Nitrogenmetabolism in Training of Hard Muscular Exercise.

山 地 廉 平 (Yamaji-Renpei) *

筋労作に際しては蛋白を多く攝る可きか否かは古來色々の方面より論議されて來た問題であるが、未だ最後の結論に達せず、国により又時代によつて、その栄養指針は各様に變動している現状にある。一般的に言つて筋肉労働者、又は運動選手が習慣的に攝つてゐる蛋白量を調査した成績に於いては、何れも蛋白の過剰攝取の事実が報ぜられ (大森 (1), 暉峻 (2), Bock & Dill (3) 及び Berry (4)), 又重労働者の経験に徴しても蛋白を多くとらない場合には疲労の現われ易い事が認められている。例えば Wishart (5) が競輪選手に就いて調べた所によると高蛋白食をとつた場合の方が耐久力が強かつたと言う。これに対し実験的に筋労作時の蛋白代謝を研究せる成績に於いては労働によつて蛋白代謝の亢進を報ずるものと、時に亢進する事無しとする説とあり、一致した成績が報ぜられていない。即ち古くは Beigl (1855) の実験、近代に入つて Cathcart (6) 等の実験並に本邦に於ける労働の斎藤 (7) の実験等は何れも労働時に蛋白代謝が亢進する事を認め、前2者は労働後の尿中窒素排泄量の増加を、労働に於いては尿窒素成分の酸化亢進の事実を認め、労働者には蛋白を過剰に与ふ可しとなしている。これに対し Mitchell & Kruger (8), Chambers & Milhorat (9), Atwater & Sherman (10) 等は蛋白代謝の昂進を認めた実験は労働時の攝取養價が適切でない事実を指摘し、労働時の非蛋白性エネルギー源の供給が充分であれば当然労働によつて蛋白代謝に影響は表われないと言う。斯様な観念に立つてアメリカの国民栄養基準 (11) に於いては労働者も非労働者も一律に1日 1~1.5g/kg の蛋白量で足り

るとの立前をとつてゐる。

この様に実験的研究には諸家の間に一致した成績が得られていないのであるが、併し著者の見解によればこの矛盾は実験条件の差に基く所が多い様に思われる。即ち第一に労働時の消費エネルギーの増加を何をもつて補うかと云う問題と、第二に労働をそれに馴れた者が平常作業として行うか、不馴れの状態で行うかの問題である。第一の点に就いては既に Atwater (12) 其の他によつて指摘せられているが、第二の問題についても Wilson (13) は18日間に渉る長期労働実験によつて蛋白代謝が実験当初と末期とで異なる事を指摘している。そこで著者は此等の条件を厳密に規定した正確な実験条件の下に労働時の蛋白代謝に就いて再検討を行う必要を感じ、こゝに平常軽中作業に従事せる者が始めて重労働に従事してからこれに熟達する迄の長期に渉る労働実験を行つて此等の成績の矛盾を解明すると共に、重労働者の蛋白必需量決定の基礎資料を求めんとした。実験は総て人体を対照とし、單に労働時の窒素代謝を求むるのみならず血液蛋白の消長を検して体内に於ける蛋白の動きをも觀察した。蓋し血液蛋白は所謂貯藏蛋白の重要なメンバーであつて容易に蛋白代謝の變化を反映する事は山本 (14) によつて明らかにせられた所である。第1篇に述べるはその内の窒素代謝に関するものであり、血液性状については第2編に於いて述べ、第3編に於いては此等の総括と意味づけに関する実験成績を述べる。

実 験 方 法

* 京都府立医科大学生理学教室

被検者は20~26才の健康なる本学々生諸君で何れもスポーツ選手ではなく、軽中作業の学業に従事したもので、その体重は何れも50kg前後であつた。実験は先ず通常の安静な生活状態の下に2400kcal 蛋白質50~75g(動物性約25%)脂肪約25gの標準食を7~10日間与えて(安静期と呼ぶ)、その蛋白代謝を正常状態に規正した後労働期に入る。労働は自転車労作計を用いて荷重約6kgの下に約2時間半踏ませ(需要熱量1000~1100kcal)、これを毎日続行した。労働期の食餌はこの需要熱量を満さんが爲に含水炭素を過剰に附加して1日3500kcalの養價に保ち、蛋白質量は1日50, 75, 100, 125, 150gの5種類にかえた(体重1kg当り約1, 1.5, 2, 2.5, 3g/日に相当)。蛋白の質は大體として標準食期の蛋白より多い部分を殆んど全部動物性となし、動物性蛋白は主として煮干、削節、鯨肉等を用いた。脂肪量は常に約25g前後であり、調味料として附加せる食塩は常に15gに一定した。労働期は約2週間を1期として一定の食質の下にその蛋白代謝、血液性状其の他の検査を行い、労働訓練の効果を調べたのであるが、後に到つて2週間では訓練効果の発現が不充分である事が判つたので最初の2週間の労働後約5日間の休止期において、その後再び同一食質の下に同様の労働を2週間継続させたもの、連続的に19日間の労働を課したもの等種々やりかたを変えて実験を繰返した。そこで本篇に於いて最初の労働期間を第Ⅰ期とし、休止期をおいた後の次の労働期を第Ⅱ期と呼びて区別する事にする。即ち第Ⅱ期は労働馴化が可なり進んだ状態にあるものと考えてよい。

尙労働期の前後の安静期並に労働の第Ⅰと第Ⅱ期の中間の休止期には約5日間に涉つてカフェイン60g(蛋白質約50g)を過剰に附加し(養價は成るべく変えない様に2400kcal附近とする)。この間体内に蓄積する蛋白質量を測定した。蓋し蛋白を過剰に附加する時はその時の蛋白同化能(又は需要量)の強さに応じて体内に蓄積する事は吉村(15)の報告に明らかであり、著者等はこれを蛋白飽和試験と呼び、蛋白蓄積能(同化能)

の検査にしばしば用いている。

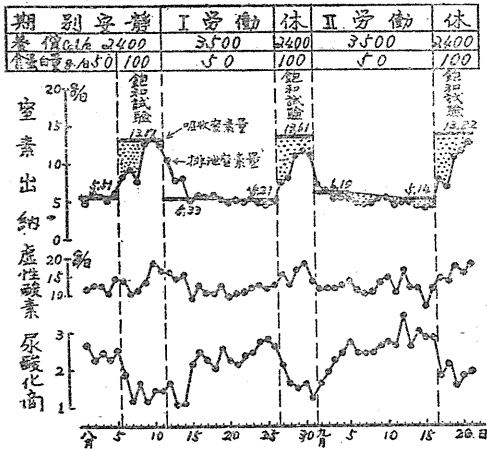
尙此等の食餌を変えた時には必ずその全期間又はその期間の長い時には前半、後半の3~4日に涉つて消化吸收試験を行つて体内に吸収される蛋白量を実測した(その中間の期間は前後の試験の平均値をとる)。消化吸收試験は常法により、炭末(又はカルミン)を約5g飲ませて大便に印をつけて採集、その窒素量を測定する一方食餌の窒素量は被検者の食餌を2人前作り、その1人前を全部一括して測定に供した。斯くして(食餌総窒素量一大便窒素量)の1日平均値を以て吸収窒素量とした。尙質食が一定の期間には食品材料も亦常に一定にし、たゞ調理法のみは日により多少変更して食欲の保持に努めた。一方尿に就いては起床時の一定時刻を出発点として正確に24時間尿を冷暗所に蓄尿し、毎日その総窒素量を測定し、これを以て体内分解蛋白量を推算した(腸粘膜より脱出する蛋白量は吸収蛋白量の計算中に相殺せしめて、これを無視することにした)。窒素の測定は何れも半ミクロキールダール法を用いた。其の他尿の窒素成分として尿素(Van Slyke-Cullen法(16))、アンモニア(Folin法)、Creatinine(安田法(17))、尿酸(Folin直接法(18))、虚性酸素Vacat-O(Müller-Kanitz法(19))及び塩素(Volhard-Arnold法(20))等を測定した外、尿量、比重其の他尿異常成分の有無をも検した。かくして日々攝取並に排泄する窒素(從つて蛋白)の出納を明らかにする一方可及的にその中間代謝の状況をも明らかにせんとした。尙夏期には1日の汗を集めてその窒素量を測定し、これを排泄量に加算して正確を期した。汗の採集は被検者にガーゼのシャツ、股下を着けしめ、汗拭きもガーゼを用い、これを昼間と夜間と取換え、この下着、手拭を稀醋酸水に浸出して測定に供した。

実験成績及考察

1) 窒素出納

先ず労働時の蛋白代謝の変化の基本的な要項を示す爲に、国民栄養の蛋白標準量(21)と定め

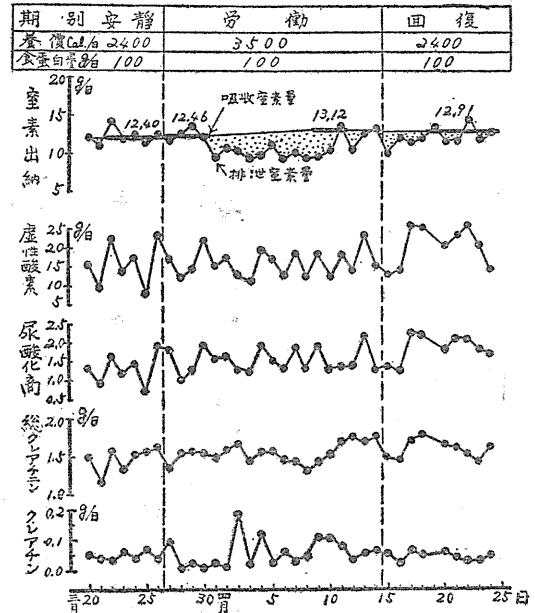
られている体重 kg 当り 1g/日 (50g/日) をとつた場合 (普通蛋白食) の成績を第1図に示す。



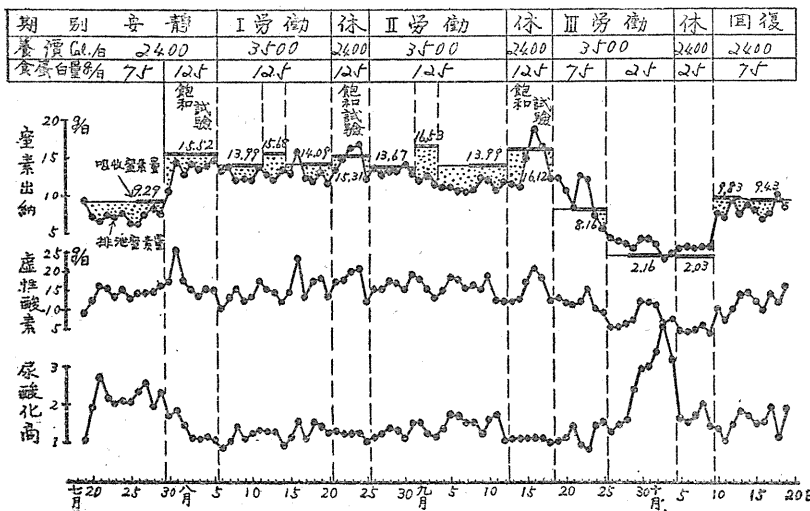
第1図 労作訓練時の窒素出納と尿酸化商(K.K.)

図の曲線は日々の尿排泄窒素量の消長を示すものであり、水平線は吸収窒素量の水準を示す。こゝに見る如く尿排泄窒素量は労働第I期に於いては標準食期と大差なく、労働によつて時に排泄量が増す様な事実は認められぬ (労働初期に若干負出納が見られるのはカゼイン飽和試験の影響である)。然るに第II期の殊に後半に於いては窒素出納は明らかに正となり、蛋白の体内蓄積が起つている (蓄積部は点を打つて示す)。この様な労働による蛋白蓄積の増加の傾向はカゼイン飽和試験に於いて明らかに示され労働前

のカゼイン蓄積量よりも第I労働期の終りの休止期の値の方が高く労働第II期の終りには更に蓄積が増し、労働鍛錬が進むつれて蛋白蓄積能が漸次に加増せる事が示されている。従つて労働第II期の正出納の原因はこの蛋白同化能亢進の爲である。斯様な労働期の蛋白の蓄積は摂取蛋白量が増加すれば益々著明となる事は第2図



第2図 労作訓練時の窒素出納尿酸化商及クレアチニン代謝 (T.I.)



第3図 労作訓練時の窒素出納と尿酸化商 (T.I.)

の100g/日 (約2g/kg) 食例並に第3図の125g/日 (2.5g/kg) 食例の成績 (高蛋白食) を見ても明らかに判るであろう。而して図示の如く斯様な高蛋白食を与えた場合には蛋白の蓄積は既に労働開始後数日にして認められる。以上の関係は第1表の摂取蛋白量と労働期並にカゼイン飽和試験期に於ける蓄積蛋白

第1表 労働訓練と体内蛋白蓄積

労働期の蛋白蓄積量 (1日平均)			カゼイン飽和試験 (5日間の蓄積蛋白量)			体重増加と蛋白蓄積量との比較				
食蛋白量 (被検者) g/日	第Ⅰ期 (g)	第Ⅱ期 (g)	労働前 (g)	Ⅰ労働後 (g)	Ⅱ労働後 (g)	労働前 体重 (kg)	労働後 体重 (kg)	体重増加 量 (kg)	蛋白蓄積 総量 (g)	期間 (日)
50(K.K)	+ 0.45	+ 4.45	91.75	109.55	118.80	45.85	47.00	1.15	103.4	36
75(H.K)	- 1.91	—	64.70	98.75	—	52.35	53.80	1.45*	368.6*	35
100(T.I)	+10.34	—	—	—	—	52.55	53.75	1.20	196.5	19
125(T.I)	+ 9.25	+13.63	76.30	15.90	44.95	49.20	51.88	2.68	399.9	38
150(T.N)	+21.05	+18.84(H.K)	28.25	0.65	—	49.52	51.06	1.54**	397.1**	37

備考: * (H.K) は第Ⅰ期の食蛋白量 75g 第Ⅱ期 150g とし, ** (Y.H) は第Ⅰ期 150g 第Ⅱ期 50g とした

量の関係を比較すれば一層明瞭である。唯之に注意するは高蛋白食労働の場合には表に見る如く、カゼイン飽和試験時の蓄積蛋白量は50g/日の例の如く、労働前安静期の値より労働後に於いて増加する事なく、却つて労働後減少している。この事は高蛋白食例に於いては既に労働期に於いて可なりの蛋白が蓄積せる爲に体内蛋白蓄積の需要が充される結果と考える事が出来る。即ち労働期に蛋白の蓄積が起るのは体内の何処かに蛋白蓄積の需要が増した結果と判断する事が出来る。而してこの労働期の蛋白蓄積量を通算すればこれは表記の如く体重の増加量とよく並行した変化をなしているのであつて、この事はこゝに算出せられた蛋白蓄積の成績が正しい事を裏書きする事実である。尙これに関連して、興味深きは125g/日の例(第3図)の末期に於いて行つた低蛋白食労働の成績である。蛋白摂取量を75gの標準食より25g(全部植物性)に減じた場合に非労働条件に於いては普通14日間に20g程度の窒素の負出納が起るのが通例(吉村(15))であるが、図示の如く労働を続けている場合には16.7gに過ぎない。即ち労働鍛練の進行せる際には蛋白の利用率も亦良好となり、極力蛋白消耗を節して同化蓄積を行わんとする傾向が認められるのである。

この様に労働訓練に際しては体蛋白の蓄積の起り得る事は Cathcart (6), Wilson (13) 等によつて既に気の付かれた事であるが、併し彼等の成績は著者の成績の様に系統だつたものではなく、單にその可能性を推論したに過ぎない。又この様な蛋白同化能亢進の機序に関しても現在未だ充分明らかでないのであつて、この事については第3篇の詳論する。

2) 蛋白中間代謝

蛋白中間代謝の大要を示す爲に第1~3図尿の虚性酸素量と尿酸化商の成績を掲げた。蓋し尿虚性酸素とは尿中の不完全酸化成分の量を示すものであつて、これは主として尿素以外の窒素成分によるとせられている。この量は尿総窒素量と大体平行するのであつて、両者の比(尿酸化商)は蛋白分解産物の酸化の程度を示す尺度である。そこで図の成績の全般を通じて云える事は第1に尿酸化商は攝取蛋白量が多い場合には低下し、攝取量が少くなると高くなる事である。これは本実験に於いては安静期並に労働期の攝取養價は大体として丁度夫々の期間の消費エネルギー相当量が補給されていた爲であつて、食餌蛋白を増した時にはその養價相当量の含水炭素を減じているのである。従つて蛋白を過剰にとつた場合には少くともその分だけは含水炭素と同程度に完全に燃焼しなければ養價を補う事が出来ない。故に蛋白分解が完全に進行し、爲に全体としての尿窒素の酸化率は亢進した形になるのである。又蛋白が減じた場合にはその逆の事が云える。第2に図示の成績より判る事は各被験者について労働期と非労働期とその攝取蛋白量を等しくする場合(図の吸収N量の高さの等しい時)に就いて尿酸化商を比較すると、両者に差は見出されない事である。唯第3図に示した最後の75g及び25g蛋白食労働期並にそれから後の非労働時尿酸化商は一般的に従来教室で行われた同程度の蛋白食非労働時の尿酸化商に比し若干低いのであるが、これは比較的短期間に蛋白量を大きく変化させた爲に蛋白代謝がまだ充分に食質に適応していない事とこの頃より学生実習が始まつた爲にやゝエネルギー

ギー消費過剰の傾向があつた爲ではないかと考へている。ともあれ大部分の成績に於いては労働により尿酸化商は変化していない事は確かである。曾つて労研の斎藤 (7) は労働期に尿酸化商が低下する事を見て労働時の蛋白代謝の亢進する証拠であるとしたのであるが、それは既に Mitchell (8) 其の他が指摘した様に労働期の攝取養價が適切でなかつた爲に今迄未酸化のまゝ排泄せられていた成分迄も酸化分解の必要にせまられた爲であろう。

次に第2表に此等の労働実験に際する各種窒素成分の細部の値を示す爲に攝取蛋白量 1g/kg 及び 2.5g/kg 例の成績を1例として揚げた。こゝに見る様に攝取蛋白量の変化は主として尿素N量の変化に基くものである。非尿素性N量総計も亦総N量の変化に伴つてゐるが、その変化率は尿素Nよりも少く、爲に尿総N量との比をとる時はこれは尿酸化商の変化と同様な食質の影響を受ける事となる。尿酸化商とは実は主としてかゝる尿素以外の不完全酸化性窒素成分の

比率に基くものである以上これは当然の事である。従つて攝取蛋白量を等しくする場合の労働期と非労働期について、この比率を比較しても尿酸化商の場合と同様それ程大きな差がないのである。唯高蛋白食例の第Ⅱ労働期に於いては若干非尿素性窒素の比率が増大している。この事は普通蛋白食例では余り著明ではないが、それは尿排泄尿素量が僅かである爲誤差が大きいからであらう。これと同様の関係は尿酸化商の成績にもうかゞわれる(第1, 第2図参照)。又推計学的検定の結果も、第Ⅰ, 第Ⅱ労働期の値の差は有意である。この事は先に述べた労働期の窒素蓄積は尿素として排泄される可き成分が主として蓄積される爲であつて、非尿素窒素量は安静期並に第Ⅰ, 第Ⅱ労働期を通じて食蛋白量が等しい場合には著変を見ないのである。この事はこゝに蓄積せられる蛋白は可なり普遍的に代謝によく用いられるアミノ酸組成の蛋白である事を物語つてゐる。

次に非尿素窒素成分の細目については先ずそ

第2表 労働時の蛋白攝取量と尿窒素成分 (1日平均値)

		期	別	安	静	I 労働	休	Ⅱ 労働	休
労働期食蛋白	攝取養価 kcal			2400	2400	3500	2400	3500	2400
	食蛋白量 g			50	100	50	100	50	100
	総窒素 g			5.048	10.011	4.590	9.704	4.509	9.718
	尿素窒素 g			3.175	7.121	2.748	7.086	2.803	6.790
	尿素N/総N %			62.9	71.1	59.9	73.0	62.2	69.9
	1.0g/kg								
	非尿素窒素			0.330	0.492	0.510	0.786	0.567	0.697
	アンモニアN g			0.139	0.137	0.132	0.137	0.136	0.135
	尿総クレアチニンN g			0.434	0.435	0.426	0.439	0.428	0.434
	未測定窒素 g			0.970	1.826	0.774	1.256	0.575	1.662
例 (K.K.)	非尿素窒素			1.873	2.890	1.842	2.618	1.706	2.928
	非尿素N/総N %			37.1	28.9	40.1	27.0	37.8	30.1
	虚性酸化商			12.15	14.13	11.06	15.40	12.06	15.65
	尿酸化商			2.416	1.442	2.413	1.627	2.676	1.666
労働期食蛋白	攝取養価 kcal			2400	2400	3500	2400	3500	2400
	食蛋白量 g			75	125	125	125	125	125
	総窒素 g			6.665	12.840	12.059	14.362	11.603	14.021
	尿素窒素 g			4.207	9.567	8.999	11.245	8.256	10.609
	尿素N/総N %			63.1	74.4	74.6	78.3	71.1	75.8
	2.5g/kg								
	非尿素窒素			0.592	0.861	0.860	0.919	0.756	0.621
	アンモニアN g			0.155	0.152	0.153	0.152	0.149	0.146
	尿総クレアチニンN g			0.464	0.483	0.545	0.582	0.577	0.545
	未測定窒素 g			1.247	1.777	1.502	1.464	1.865	2.100
例 (T. I.)	非尿素窒素			2.458	3.273	3.060	3.117	3.347	3.412
	非尿素N/総N %			36.9	25.6	25.4	21.7	28.9	24.2
	虚性酸化商			14.73	17.09	15.14	17.83	16.24	15.81
	尿酸化商			2.199	1.348	1.253	1.236	1.439	1.127

の内のアンモニヤは尿素と同様な外因性窒素成分であるが、その量は僅かであつて窒素出納の面より意味が少く寧ろその消長は酸塩基平衡の方面に於いて意義深いものであるから、林 (22) の論文にゆずる事とする。次に未測定窒素はアミノ酸其の他よりなるものと思われるが正確な事は云えないから、一応これも除外する事にする。それよりも非尿素性窒素の内大切なものは所謂尿の内因性窒素の消長であつて、これは項を改めて論ずる。

3) 内因性窒素代謝

Folin (23) は尿の窒素成分を内因性と外因性に分ち外因性窒素は尿素、アンモニヤ等の窒素であつて、これは食蛋白量の影響を受けるけれどもクレアチニン、尿酸等の内因性窒素成分は変化せず常に一定であり、これは細胞の活動機能に関係深き事を指摘した。そこで第2表の成績に於いてこれ等の内因性窒素成分の消長を見るに、第1に明らかな事は此等は Folin (23) の云う如く食質の変化によつて影響せられていない事である。第2に労働と非労働によつても殆んど変化を見ない。唯クレアチニン量 (又は総クレアチニン量) のみは労働の第Ⅱ期以後の鍛錬効果のつまれた後に於いては高蛋白食例のみに於いて若干上昇している。これは第2図のクレアチニンの消長の曲線からも伺われる事である。この労働第Ⅱ期の値と労働前の安静期との差は推計学的に云つて5%の危険率にて有意である。クレアチニンについても同様の傾向が認められるが (第2図) これは推計学的に有意ではない。クレアチニンの排泄量は曾つて Shaffer (24) によつて筋の発達と深い関係のある事が見出され其の後追試者によつて承認せられた事実であるが、今この観点に立つて著者の成績を見る時は高蛋白食例に於いては労働鍛錬によつて筋の発達が促がされたものと考えられる。これは高蛋白食例に於いては前記の如く体内蛋白蓄積が強く起つている事と符合する事実であつて、従つて普通蛋白食例に於いて尿クレアチニン排泄量に変化のないのは 1) に述べた様に蛋白の蓄積を來す余裕があまりなかつた爲に筋の

発育が不充分なりし爲であらう。而してこの場合表に見る如く核酸の代謝産物と考えられる尿酸量は何れの場合に於いても殆んど労働鍛錬の影響を受けていないから、かゝる筋肉の発育はむしろその肥大によるのであつて細胞数の増加はあつても僅かであらうと考えられる。さきに述べた蓄積蛋白が主として尿素として排泄せらる可き窒素成分よりなる事もこの考えを支持する。但し蓄積せる蛋白がことごとく筋の肥大のみに用いられたか否かは別問題であつて、運動家が單に筋肉のみならず他の内臓も亦よく発達せる事より考えて、他の臓器に蓄積するものもあると考ふるが妥当であらう。

綜 括

以上軽中作業を行つている本学々生に重労働 (消費熱量約 3500kcal/日) を課して約1ヶ月に涉つて鍛錬した場合の窒素出納並に蛋白中間代謝の成績を要約すれば次の通りである。

1) 日々の尿素窒素排泄量は労働によつて増加する様な事はなく、この点より蛋白分解が亢進する事実は認められない。

2) 食餌養價が消費熱量を充分補つている限り、労働によつて尿酸化商が変化する事は認められない。但し攝取蛋白量が増減すれば攝取養價が一定なる爲攝取蛋白の内熱量源として用いられる蛋白量が増減し、従つて尿酸化商は攝取蛋白量によつて低下又には上昇する事となる。

3) 労働鍛錬が進むと窒素の蓄積が増加し窒素出納は正となり、蛋白の同化能が亢進する。而してこの場合の尿排泄窒素量の減少は主として尿素成分の減少として表われ、非尿素窒素成分の減少は著明でない。

4) かゝる蛋白同化能の亢進は蛋白攝取量の如何を問はず労働鍛錬そのものによつて惹起せられたものであつて、労働鍛錬によつて体内の蛋白蓄積の需要が増す爲である。但し実際に体内に蓄積する蛋白量は普通蛋白食 (攝取蛋白量 1g/kg) では余り著明でなく、それより攝取蛋白量が高い程早く且つ高度に起る。又この蛋白蓄積に伴つて体重の増加が起る。

5) 蛋白蓄積が多い場合には尿排泄クレアチニン量は労働鍛錬の後期に増加する。これは鍛錬によつて筋の発育が増した爲と考えられる。但しこの場合尿酸の排泄量は著明な変化はない。

6) 以上よりして労働鍛錬によつて蛋白同化能の亢進する所以は鍛錬によつて筋其の他の臓器の発育が促される爲と考えられる。但し蛋白を豊富に与える時は、その肥大発育が促進せられる。

7) 従つて労働鍛錬期には蛋白を豊富に与えの方が良いと判断せられる。

本研究は文部省科学研究費(吉村寿人教授)によるものである。

文 献

- 1) 大森憲太(1949) 栄養と食糧 2, 1
- 2) 暉峻 義等(1946) 労働科学 22, 3
- 3) Bock, A. V & D. B. Dill (1930) *Bainbridge's the Physiology of Muscular Exercise*, London. 178
- 4) Berry, W. T. C. (1949) *Nutrition Rev.* 7, 315
- 5) Wishart, G. M. (1934) *J. Physiol.* 82, 189
- 6) Cathcart, E. P. (1925) *Physiol. Rev.* 5, 225
- 7) 斎藤 一(1946) 労働科学 22, 3
- 8) Mitchell, H. H. & J. H. Kruger (1928) *J. Biol. Chem.* 76, 55
- 9) Chambers, W. H. & A. T. Milhorat (1928) *J. Biol. Chem.* 77, 603
- 10) Atwater, W. O. & H. C. Sherman (1947) *Chemistry of food and nutrition*, 7 Ed. K
- 11) アメリカの国民栄養基準(1949) 栄養と食糧 2, 28
- 12) Atwater, W. O. (1904) *Ergebn. Physiol.* 3, 497
- 13) Wilson, H. E. C. (1931) *J. Physiol.* 72, 327; (1932) *J. Physiol.* 75, 67; (1934) *J. Physiol.* 82, 184
- 14) 山本正道(1950) 医学と生物学 16, 94
- 15) 吉村寿人(1950) 栄養と食糧 3, 1
- 16) Van Slyke, D. D. (1914) *J. Biol. Chem.* 19, 141, 211
- 17) 安田守雄(1942) 厚生科学 3, 35
- 18) Folin, O. (1933) *J. Biol. Chem.* 101, 114
- 19) Kanitz, H. R. (1932) *Biochem. Z.* 249, 234
- 20) 藤井暢三(1947) 生化学実験法 定量篇 南山堂 引
用
- 21) 柳 金太郎(1949) 栄養と食糧 2, 131
- 22) 林 勝(未発表)
- 23) Folin, O. (1905) *Am. J. Physiol.* 13, 117
- 24) Shaffer, P. A. (1945) *Quantitative Clinical Chemistry* (Baltimore), 1, 引

Summary

To study on the effects of muscular exercise on protein metabolism, several students were trained experimentally to a heavy muscular work (energy requirement of about 1100 kcal. in 2.5 hours daily) for about a month, and their protein metabolisms were investigated daily with its progress. The abstracts of the results obtained are as follows.

1) The daily amount of urinary nitrogen excretion can never be noticed to increase owing to exercise, and therefore the protein catabolism cannot be increased by muscular exercise.

2) So far as the dietary calories make up well for the consuming energy in the exercise, the oxidation quotient of urine cannot be changed owing to exercise, while it is readily influenced by changes of protein amount taken. Thus the oxidation quotient is decreased by the increase of protein intake, as the amount of protein consumed as energy source is augmented.

3) As training of exercise goes on, the nitrogen output in urine decreases and the nitrogen balance is changed to be positive. Thus the protein anabolism increases, and the protein comes to be accumulated in the body. As the decrease of urine-nitrogen is mainly due to that of urea-nitrogen, it is supposed that nitrogen accumulated here is chiefly composed of aminoacids which would be excreted as urea.

4) Such an acceleration of protein anabolism has, regardless of the amount of protein intake, been brought about by the training of muscle itself. Actually, however, the amount of protein accumulated increases with increase of protein intake, while the accumulation is not so clearly noticed in the ordinary protein diet (1g./kg./day). Body weight increases also in accordance with the accumulation of protein.

5) When the protein is accumulated remarkably, the creatinine output in urine increases towards the end of training, while the amount of uric acid in urine shows no increase. This is supposed to be due to the hypertrophy of muscle caused by training.

From the results mentioned above, it is concluded that dietary protein must be given daily in excess during heavy muscular exercise, at least in the period of its training.

(*Institute of Physiology, Kyoto Prefectural Medical College*)

筋 労 作 時 の 蛋 白 代 謝 に 関 す る 研 究 612.398.2

(第2報) 労 作 訓 練 時 の 血 液 性 状

Studies on Proteinmetabolism in Muscular Exercise.

II. Changes of Blood Properties in Training of Hard Muscular Exercise.

山 地 廉 平 (Yamaji-Renpei) *

過激な運動を継続する時にはその血液性状に一定の変化の表われる事は既にBroun(1), Davis(2)等によつて認められた事であつて、Broun(1)は犬について実験的に毎日 Treadmill 上を走らせ、その赤血球数を検査した結果、これは労働訓練が進むにつれて漸次に減少するのであるが、第14日頃より再生機能の方が顯著となり、遂には正常値より以上赤血球数の増加する事を見た。人体についても労働訓練の初期に於いて貧血の表われる事は Davis(2), Liebermann(3)等によつて認められた所であつて、よく訓練された運動家に於いては赤血球数は却つて正常値よりも多く (Herxheimer(4), Ackermann and Lebrecht(4)), この赤血球数従つて血色素量の多い事は訓練が完成せる1つの証拠になり得るとさえ言われている(5)。

著者は第1報に於いて労働訓練時の窒素出納を検査し、訓練の進むにつれて蛋白代謝が著明に変化して蛋白の体内蓄積の起る事を見た。この様な蛋白代謝の変化は当然体内貯藏蛋白量にも影響を及ぼす筈であり、且つ体内蛋白代謝の様相はこの様な貯藏蛋白の検討によつて始めて明らかにせられる筈である。平出(6)、山本(7)等によれば貯藏蛋白の消長は血液の蛋白量に敏感に反映し、且つ特にその影響は血色素量の変化に著明であると云う。従つて上記の文献に表われた労働訓練時の貧血の発現は一応これを蛋白代謝の面より検討し直す必要がある。そこで著者は労働時の蛋白代謝研究の一環として、労働時の血液蛋白即ち血色素量並に血清蛋白量の消長を検討し、これと窒素出納の成績とを対比し

てその栄養学的の意義を明らかにせんとして本実験を企てた。

実 験 方 法

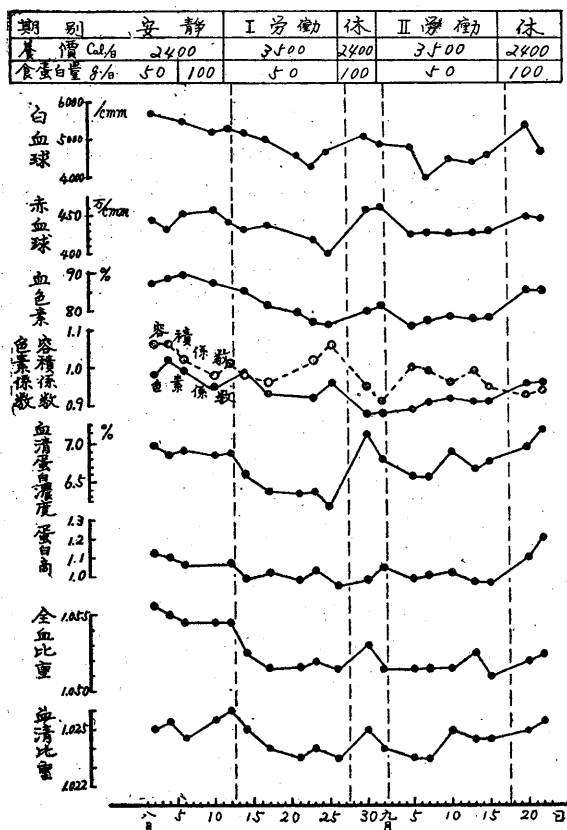
実験は第1報の労働訓練時の窒素代謝の観察と同時に血液検査を行つたものである。即ち被検者は20~26才の健康なる本学々生諸君で軽中作業に従事しているものであつて、その体重は何れも 50kg 前後であつた。先ず安静な日常生活の下に養價 2400kcal, 蛋白質 50~75g (動物性25%) の標準食を 7~10 日間与えて (安静期) その血液性状の正常値を検査した後、以後日々約 1000~1100kcal の需要熱量の重労働 (自転車、労作計を用い、抵抗 6kg, 毎分60廻轉、外仕事量 780kg・m/分, 150分間の労働) を課し、約2週間を1期として2回即ち多くは計約1ヶ月に涉つて労働訓練を行つた。労働期の食餌は含水炭素を過剰に与えて養價 3500kcal とし、食蛋白量は1日 50, 75 (以上普通蛋白食), 100, 125, 150g (以上高蛋白食) の5種類とした。其の他実験条件の細部は第1報と全く同じである。血液検査は全て早朝空腹時臥位にて即ち基礎条件の下に実施し、検査項目は赤血球数、白血球数、血色素量 (Sahli法)、血清蛋白濃度 (屈折計)、血清蛋白分割 (吉川、斎藤法(8))、全血及血清比重 (硫酸銅法) であつて、この外労働に際して現われると云う比較的水血症を考慮に入れる爲に全循環血液量をコンゴ赤法にて測定し、これに血色素濃度、血清蛋白濃度を乗じて全循環血中の血液蛋白全量を算出し、貯藏蛋白量の消長の目安を求めんとした。

実 験 成 績

* 京都府立医科大学生理学教室

1) 労働訓練時の血液性状の概要

先づ労働訓練時の血液性状の変化の概要を示す爲に国民栄養の食蛋白基準量 (9) (1g/体重 kg/日) を攝つた普通蛋白食例の成績 (第1図) をあげて実験成績を述べる。白血球数, 赤血球数, 血色素濃度, 血清蛋白濃度, 蛋白商, 全血並に血清比重は安静期より労働期に入ると共に減少し始め約2週間後には最低値を示すが, 労働期の休止期 (5日間) に於いて若干回復しているのが見られる。そして労働第Ⅱ期に入るとこ



第1図 労作訓練時に於ける血液性状 (K.K.)

第1表 労働訓練時の血液蛋白量の変化 (I) (被検者 K.K.)

期	別	安静期	労 働 期		休息期	労 働 期		休息期
			第Ⅰ期	差		第Ⅱ期	差	
食蛋白量	g	50	50		100	50		100
循環血液全量	cc	4256	4335	+ 79	4308	4315	+ 59	4106
全血色素量	g	2518	2679	+ 161	2684	2736	+ 218	2566
全血清蛋白量	g	519.2	459.1	- 60.1	434.5	466.9	- 52.3	485.1
アルブミン量	g	172.8	167.8	- 5.0	182.5	185.0	+ 12.2	178.6
グロブリン量	g	89.6	83.4	- 6.2	93.4	91.0	+ 1.4	96.6
蛋白商		83.2	84.4	+ 1.2	89.1	94.0	+ 10.8	82.0

備考: 数値は各期末に於ける平均値である。差は安静期の値との差を示す

のレベルに於いて又は再びこれより若干低下するが, 第Ⅰ労働期末よりは若干高いレベルで第Ⅱ期を終つている。此のことより, こゝに表われた血球数の減少や貧血が労働の負荷そのものによつて起つたものであり, 且つ労働訓練の進行とも関係のある事が先ず考えられる。

次に此等の成績より色素係数, 容積係数を計算すれば容積係数並に色素係数共に大きな変化はなく。唯労働が可なり進んだ場合に僅かに低下の傾向を示し, この傾向は色素係数の方が著

明である。即ちこの場合の貧血は正常細胞又は軽度の低色素性小細胞性貧血である。この種の貧血は栄養失調症や蛋白缺乏症に際して表われると言われている (平出(6), 山本(7)) から, この場合の貧血の原因に対して示唆する所が多い。又血清蛋白濃度, 蛋白商, 白血球数の減少する事も山本の見た蛋白缺乏症の所見に一致している。

次に全循環血量の変化を見るに第1表 (第2~3表も参照) の如く労働期に増加し, これは全循環血流量の方が著明である。この全循環血流量の変化は更に詳しく検査した他の例 (例えば第2図例) に於いて労働期の可なり早期 (4日間) に表われて, 且つ労働全期間に涉つて認められた。山口 (10) はこれは労働日の尿量減少に基く水血症であると報じているが, 著者の成績に於いても労働期に尿量の減少が見られた事は確かであるが, この場合に発汗も起つてゐるから, 單にそれだけが原因なりや否やは明らかでない。

次に上記の血色素並に血清蛋白濃度に全循環血流量や全循環血流量を乗じてその総

量を算出するに第1表に見る如く、第Ⅰ労働期(15日)には血色素量、血清蛋白量共に減少し、時にこの減少は血色素量に於いて著明である。而してこれは休息期に於いて若干回復し、次の第Ⅱ労働期(16日)に続く事は濃度の場合と略同様であつて、この貧血は第Ⅱ労働期の後につゞく休息期に於いても直ちには回復していない。

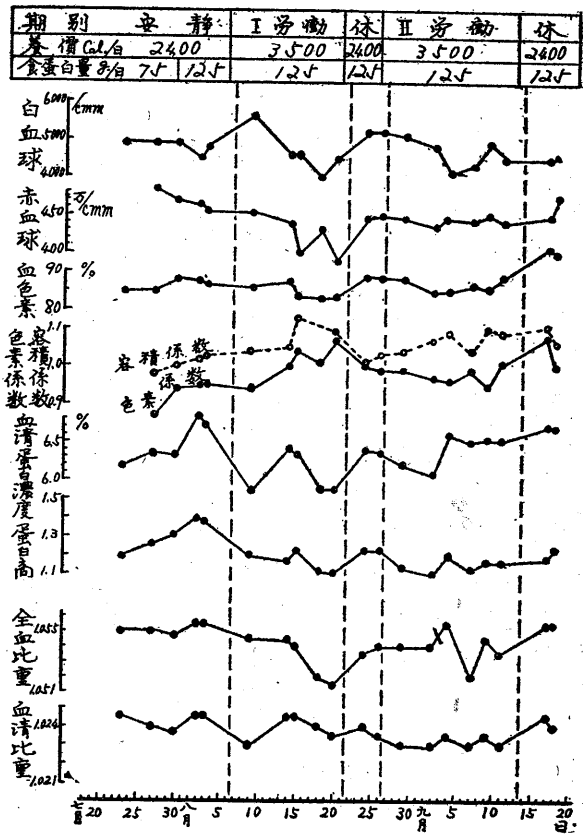
次に血清蛋白分割に就いてその総量を計算すると最初アルブミン量が若干減少するが、これは休息期には回復し、グロブリン量は最初より減少せず、労働第Ⅱ期には却つて増加する。即ち労働訓練に伴つてアルブミン量の減少の外にグロブリン量の増加が起り、その結果として蛋白商は減少したまゝとなつてゐる。全血清蛋白量については労働による減少は極めて軽微なものとなり、殆んど誤差範囲に入つてゐる。

以上要するに労働に際してはその初期に於いて血液蛋白の減少が表われ、殊に貧血が著明であるが、血清蛋白量にはそれ程強い変化が表われないと云えよう。

2) 蛋白攝取量と労働訓練時の血液性状

以上は蛋白攝取量を普通の規準量に保つた場合の成績であるが、次に蛋白攝取量をそれよりも色々の段階に多くした場合の成績に就いてこれと比較して見た。その結果の概要を T.I 例(蛋白攝取量を2.5g/kg/日とした)について説明すると、第2図に見る如く諸種の血液性状には労働によつて第1図と同様な影響が見られるが、その程度は非常に軽微であつて、血色素量も殆んど変化していない。而して多少表われた減少

の傾向も休息期に於いて直ちに回復し、血色素は労働前の安静期に比較して更に増加の傾向をさへ示している。この関係は全循環血量の測定値より求めた血色素全量、血清蛋白全量等に就いても同様である事は第2表に見る通りである。而して第1期の休息期に復した血色素量並に血清蛋白量は労働第Ⅱ期に入つても更に増加の傾向を続け、第Ⅱ休息期の値は労働前の値を遙かに上廻る結果となつてゐる。この傾向は血色素量に於いて特に顯著である。斯様に血液蛋



第2図 労働訓練時に於ける血液性状 (T. I)

第2表 労働訓練時の血液蛋白量の変化 (2) (被検者 T. I)

期	別	安静期	労 働 期		休息期	労 働 期		休息期
			第Ⅰ期	差		第Ⅱ期	差	
食 蛋 白 量	g	75	125		125	125		125
循環血液全量	cc	4134	4307	+ 173	4258	4458	+ 324	4403
循環血漿全量	cc	2390	2660	+ 270	2515	2645	+ 255	2501
全血色素量	g	498.1	493.9	- 4.2	521.5	547.5	+ 49.4	557.3
全血清蛋白量	g	155.9	156.1	+ 0.2	160.1	172.8	+ 16.9	167.8
アルブミン量	g	89.5	82.3	- 7.2	88.4	92.7	+ 3.2	93.0
グロブリン量	g	66.4	73.8	+ 7.4	71.7	80.1	+ 13.7	74.8

備考: 数値は各期末に於ける平均値である。差は安静期の値との差を示す

第3表 労作訓練2週間後に於ける血液蛋白量の変化と食蛋白量との関係

被 検 者 期 別	K. K			H. K			T. I			T. I			Y. N		
	安静	労働	差	安静	労働	差	安静	労働	差	安静	労働	差	安静	労働	差
養 価 kcal	2400	3500		2400	3500		2400	3500		2400	3500		2400	3500	
蛋白攝取量 g	50	50		75	75		100	100		75	125		75	150	
kg当食蛋白量 g	1.0	1.0		1.5	1.5		2.0	2.0		1.5	2.5		1.5	3.0	
窒素出納 g	-0.13	+0.07		+0.26	-0.30		+0.05	+1.68		+1.75	+1.48		+0.75	+3.35	
循環血液全量 cc	4256	4335	+79	4570	4700	+130	3777	4017	+240	4134	4307	+173	3593	3647	+54
循環血漿全量 cc	2518	2679	+161	2615	2837	+222	2150	2326	+176	2390	2660	+270	2099	2218	+119
全血色素量 g	519	459	-60	608	539	-69	499	501	+2	498	494	-4	467	439	-28
全血清蛋白量 g	173	168	-5	157	151	-6	159	159	±0	156	155	±0	130	129	-1
血液蛋白全量 g	692	627	-65	765	690	-75	658	660	+2	654	650	-4	597	568	-29

備考: 労働期の数値は労働第2週日に於ける値である

蛋白量の変化が攝取蛋白量によつて異なる事は第1報に述べた窒素代謝の成績と比較すると一層容易に理解出来る。即ち第3表は攝取蛋白量の種々なる場合の第I労働期(2週間)末期の血液蛋白全量の変化とその期間に於ける蛋白の体内蓄積との関係を示したものである。既報の如く労働期には訓練の進むにつれて蛋白蓄積の傾向が増し、これは食蛋白量が多い程蓄積量が多いのであるが、表記の如くこの蓄積量の多いもの程血液蛋白量の減少は軽微であり、且つ回復が容易であつて攝取蛋白量が2g/kg/日以上となれば普通蛋白食例に於いて貧血の著明な第I労働期に於ても殆んど貧血が表われず、血清蛋白量は全然変化していない。唯攝取蛋白3g/kg/日の例に於いて若干血色素量の減少の成績が出てゐるが、山本(11)によれば全循環血液量の測定法には公算誤差として、7.5%の程度であるから誤差範囲に入つてゐる。

考

案

以上の成績を要約すれば労働になれない者が日々重労働に従事して訓練される時は訓練の初期に於いて血液蛋白殊に血色素の減少を來し、これは休息並に訓練の進行に伴つて回復するが、普通蛋白食では1ヶ月後に於いても充分回復しない。但し蛋白攝取量が多くなる程血液蛋白量の減少は僅かであり、又その回復は容易で

あつて、1ヶ月後には却つて安静時より以上に達し得る。そこでこの成績の意味づけに関し先ず労働時の血液蛋白殊に血色素の減少の理由につき考ふるに、既に Broun (1) は犬について激しい労働を行はせた時の血液性状を詳しく検査し、その赤血球の破壊の増す事実を認め、これは血液循環の促進によつて血球と血管壁の摩擦が増す爲にこわれ易くなるのではないかと述べてゐる。又 Davis (2) は労働による体温上昇の爲に赤血球の抵抗が減する爲であると推論し、未だその確かな理由は判つてゐない。併し乍ら斯様な赤血球崩壊の原因が何んであらうとも、労働訓練初期の貧血の発生には食蛋白量が密接な関係を有する事は著者の成績に明らかであつて、その発生の原因についてはこの栄養的知見を考慮に入れる必要がある。即ち第1報に述べた如く労働訓練を続ける時は内臓殊に筋肉の肥大を來し、それによつて体内の蛋白需要が増して蛋白蓄積の傾向が生ずる。而して普通蛋白食に於いてはその蓄積量は僅かであるけれども、これは唯攝取量が少い爲に蓄積量が少きに止まつてゐるに過ぎず、蛋白の需要の増している事は高蛋白食の場合と同様である事は既に前報に述べた所である。然もこの普通蛋白食の場合に貧血が著明なる事は赤血球の破壊によつて遊離せる血色素が食蛋白の代りに筋蛋白の肥大に利用せられたのではないかと示唆を与える。即ち

赤血球が破壊すれば生体が蛋白不足の状態でない限り当然遊離せし色素が分解して尿窒素量の増加を來す事は既に山本 (12) が証明した所である。然し今の場合労働によつて赤血球が破壊しても尿窒素は却つて減少して窒素出納は正となつていのであるから、壊れた赤血球の蛋白はどこかの体蛋白の合成に利用せられたに違いないのである。併し乍ら色素が体内の他の臓器蛋白の代謝に利用されるか否かに就いては議論あり、これは血清蛋白の様に良質の蛋白でない爲に一般貯藏蛋白の様に自由に他の蛋白の代謝に利用される事は困難であると考えるのが通説になつてい (Maden & Whipple (13), 平出 (6)). これに対し山本 (12) は蛋白缺乏に際して輸血を行えば其色素の蛋白缺乏によつて既に減少せる赤血球中の色素の新生の材料に再用せられる事を見、又一方 Whipple and Robsheit-Robins (14) は二次的に甚しい貧血を起させた犬にミオグロビンを靜脈注射した場合にもヘモグロビンを注射した場合と同様赤血球ヘモグロビンとして利用されると言う。従つてヘモグロビンと化学的に近似した筋蛋白の代謝又は再生に利用せられる事は充分考えられる事である。然るに労働訓練に際して特に肥大を來すのは筋蛋白であつて、筋肉内にはミオグロビンが豊富に存在し、これが訓練による筋肥大に伴つて増加する事も既に Whipple (15) が証明した所である。従つてこの場合に労働の継続によつて破壊せられた色素が筋のミオグロビンの増生に利用せられると考える事には充分な根拠があると云つてよいであろう。即ち労働訓練によつて蛋白需要が増した時食蛋白量が普通量しか与えられない時は生体は蛋白の比較的缺乏状態に陥り、自己の血液蛋白殊にその色素を内臓の肥大に利用するのである。この場合の貧血が蛋白缺乏性の正細胞性又は低色素小細胞性貧血である事や亦血清蛋白量殊にアルブミンの減少する事等は何れもこの蛋白缺乏症の存在を裏書している。而してこの場合時に貧血が著明なのはこの蛋白需要の増大が主として筋肥大殊にそのミオグロビンの増加に基く事を物語るものである

う。これに対し蛋白が豊富に与えられる場合には筋蛋白の肥大に用う可き蛋白材料が豊富なる爲に、色素を利用する必要はなく破壊せる赤血球の色素は容易にその再生に利用せられる。殊に Broun (1) が証明した様にこの場合に骨髓は赤血球再生機態の亢進を來たし容易に赤血球を新生してその缺を補う爲め貧血の回復は速かである。そして蛋白攝取量が多い時は食蛋白の一部は更に色素生成にも利用せられて却つて赤血球数や色素量の増加を來すに到る。これが高蛋白食に際して色素は却つて安靜期より以上に大となる理由であらう。この様に労働に際して骨髓機能の亢進している事實は著者の成績に於ける白血球数の消長からも充分考えられる事である。斯様に高蛋白食に際して色素量の増す事はその場合の筋肥大の促進と相伴つて訓練効果の向上を來し耐勞態勢の完成を促進する事となるのであつて、これは今回の実験に際し林 (16) の見た労働能率の成績からも充分うかゞえる事であり、又既に先人 (5) によつて赤血球数又は色素量の増加が鍛鍊効果の完成のよき尺度であるとせられた理由でもある。唯この場合グロブリンが労働によつて増加し且つこれは蛋白攝取量の多い程多くなつてい事實は單に Chow (17) の説くが如くアルブミンの減少に対する代償性増加の爲のみとは云い切れず、その理由については將來の研究に待たねばならぬ。

要するに労働訓練の初期に表われる血液蛋白の減少殊にその貧血の表われる主要なる原因は労働によつて蛋白需要が増す爲に生体が比較的蛋白缺乏状態となり、血液蛋白殊に色素がその需要の増した臓器殊に筋の肥大に轉用せられる爲であつてこの場合に食蛋白量を増加する事は、かゝる蛋白缺乏を防ぐのみならず、その耐勞態勢の完成を促進せしめて良き効果を發揮するものと云えるであらう。

総

括

日常軽中作業を行つている學生に種々の食蛋白量の食餌を与えて消費熱量 1 日 3500kcal の重

労作 (自轉車労作計を用いた) を負荷する時、貯蔵蛋白の重要なメンバーだと云われる血液蛋白量に及ぼす影響を観察した。次にその成績を要約すると。

1) 食蛋白量の如何に拘らず労働鍛錬の初期に赤血球数、白血球数、血色素濃度、血清蛋白濃度、蛋白商、全血並に血清比重は低下する。而して全循環血液量を測定して血色素、血清蛋白の総量を算出しても食蛋白量が普通の標準蛋白 (1~1.5g/kg/日) ならば減少する。これ等の減少は食蛋白量が普通量に止まつている際には訓練1ヶ月後に於いても容易に回復しない。

2) 労働訓練による血液蛋白の減少の程度並にその回復は食蛋白量によつて異り、食蛋白量が多い程労働初期の減少は僅かであり、回復は速かである。而して摂取蛋白量が1日2g/kg以上ならば著者の行つた重労働 (1日消費熱量3500kcal) 実験に於いては殆んど初期減少は認められなかつた。

3) 以上よりして激しい労働訓練を行う場合には食蛋白量が普通量に止まる時は筋蛋白肥大等の特定臓器の蛋白蓄積の需要が増大する爲に、血液蛋白は此等臓器の發育に流用せられ、却つて蛋白の比較的缺乏症を來すものであらう。

4) この場合血色素量の減少が時に強く起るのは労働訓練によつて筋蛋白殊にミオグロビンの増加が盛んとなる爲と考えられる。

5) 労働による血清蛋白量 (全循環血清中) の減少は主としてアルブミンの減少によるものであつて、その程度は輕微であつた。而してグロブリン量は労働訓練の進むと共に却つて増加の

傾向を示し、その爲に蛋白商は訓練が進んでも若干低下の傾向を示した。

6) 循環血漿量は労働によつて常に増加する。この増加は比較的早期に現われ、多くは容易に回復は見られなかつた。

7) 以上要するに労働訓練時には体内蛋白の需要が増し、食蛋白が不充分ならば貧血等の不健康の症状が発現して訓練の完成をさまたげるものであるから、少くとも耐労態勢の完成する迄 (1ヶ月以上) は普通より多くの食蛋白を攝取すべきものと考えらる。

本研究は文部省科学研究費 (吉村寿人教授) によるものである。

文 献

- 1) Broun, G. O. (1922) J. Exp. Med. 36, 481 ; (1923) J. Exp. Med. 37, 113, 187, 207, 395
- 2) Davis, J. E. (1935) Am. J. Physiol. 113, 586
- 3) Liebermann, L. v. und D. Acél (1923) Z. f. Hyg. u. Infkt. krh., 99, 67
- 4) Herzheimer, H. (1933) Grundriss d. Sportmedizin, Leipzig, S. 100
- 5) Dill, D. B. (1930) Bainbridge's the Physiology of Muscular Exercise, London 168
- 6) 平出順吉郎 (1948) 蛋白缺乏症と貧血 76
- 7) 山本正道 (1950) 医学と生物学 16, 94
- 8) 吉川春寿・斎藤正行 (1948) 日本医事新報 1277, 9
- 9) 柳 金太郎 (1949) 栄養と食糧 2, 131
- 10) 山口与一・他 (1950) 栄養と食糧 3, 88
- 11) 山本克起 (未発表)
- 12) Whipple, G. H. (1940) Physiol. Rev., 20, 194
- 13) 山本正道 (1951) 日本生理誌 13, 402, 462
- 14) Whipple, G. H. & F. S. Robscheit-Robins (1927) Am. J. Physiol. 83, 60
- 15) Whipple, G. H. (1926) Am. J. Physiol. 76, 693 ; (1928) 87, 185
- 16) 林 勝 (1950) 栄養と食糧 3, 92
- 17) Chow, B. F. (1947) J. Clin. Invest. 26, 883

Summary

In the experiments of heavy muscular work described in the first report, the author observed the changes of reserve protein in the body during the training of hard muscular work, by measuring contents of hemoglobin and serum protein, and also the total volume of circulating blood. Summaries of results obtained are as follows.

1) At the beginning of the training, content of erythrocytes, leucocytes, hemoglobin and serum protein, protein quotient, and specific gravity of whole blood and serum decrease, regardless of the amount of dietary protein taken. Total amount of hemoglobin and serum protein, calculated from their concentrations and the circulating blood volume, also decrease,

when protein intake remains on its standard amount (1-1.5g./kg./day). In the latter case, such decreases can never be easily recovered even a month after the beginning of training.

2) The degree of the decreases of blood proteins and the rate of their recoveries are influenced by the amount of dietary protein. The more the dietary protein is taken, the less the decrease at the beginning of training is, and the sooner it is recovered. And in the present experiments, little decrease was noticed at the beginning.

3) From these, it is concluded that, the protein is demanded to be accumulated in some organs, especially in muscles for their hypertrophia, and the blood proteins are diverted to the demand, and thus the relative protein deficiency is caused to appear, when dietary protein remains on the usual standard amount.

4) In this protein deficiency, the decreases of blood protein, especially a remarkable anemia are noticed. This is probably because the muscle protein, especially myoglobin is demanded to increase, owing to the training of muscular exercise.

5) The decrease of serum protein in both its concentration and total amount in the circulating blood, which is caused by heavy muscular exercise only to a slight degree, is chiefly due to the decrease of albumin. The amount of globulin shows, on the other hand, a tendency to increase with the progress of the training, and thus the protein quotient remains to decrease to some extent even when the subjects are trained fairly to the exercise.

6) Circulating plasma volume is always caused to increase by exercise. This increase is noticed in the comparatively early period (four days after the beginning of exercise), and, in most cases, it cannot be easily recovered.

In short, the demand for protein in body increases during the time of muscular training, and if dietary protein is insufficient, the accomplishment of training is prevented by the appearance of unhealthy symptoms, such as anemia, and therefore it may be concluded that dietary protein should be taken in excess at least until the trained state comes to be established (usually a month or more).

(Institute of Physiology, Kyoto Prefectural Medical College)

正 誤 表

頁	列	行	誤	正
177	左	上から14	腸管Manipulate	腸管のmanipulate
177	右	上 7	求心性経路	求心性経路
177	右	上 21	血管壁・自身	血管壁自身
178		下から 6	seconds	seconds
199	右	第4表	C 毛細静脈 10^4	C 毛細静脈 10^{-4}
200	右	下から 6	adrenaline 10^{-7} が	adrenaline 10^{-7} 加
200	右	下 4	注入前滴数	注入前毎分滴数
201	右	上 6	vagus effect	vagus effect
201	右	上 19	(17, 27)	(27)
201	右	下 7	atropine 作用では	atropine 作用後は
202	文献	13) の次に	14) Langley, J. N. (1906) On the reaction of cells and of nerve-endings to certain poisons, chiefly as regards the reaction of striated muscle to nicotine and to curari. J. Physiol. 33, 374	
		を入れる		
202	文献	14)~27) 間を夫々 15)~28) とする		
202	左列文献	27) の次に	29) Thomas, J. E. & A. Knitz (1926) A study of the vagoenteric mechanism by means of nicotine. Am. J. Physiol. 76, 598	
		を入れる		
202	文献	28) 29) を夫々 30) 31) とする		
203	第2表	上から 6	90 (61回/4秒)	90 (6回/4秒)
204	右	下 3	呼吸頻発	呼吸頻数
207	右	下 9	(犬) 猫	(犬)・猫
249	第3図	まん中のベクトル図の上列	AA(A) BA CA	AA(B) BA CA
"	"	向つて右側のベクトル図の上列	AA(A) BA CA	AA(C) BA CA
253	右	下 3	Sm	Si
258	附図中	向つて左縦行	第I誘導間短絡	第III誘導間短絡
263	左	下 12	卅 卅 卅 卅	十 卅 卅 卅
271	欧 文	下 18	osmatic	osmotic
"	"	下 12	concentnation	concentration
"	"	下 4	sobium	sodium
273	表 題	3	Intercellular	Intracellular
281	右	25	(医学の進	(医学の進歩
283	左	下 9	土屋は	土屋
287	右	下 5	(3.53)	(3.53%)
290	右	14	Physiologische	hysiologische
"	"	18	probale	probable
299	左	下 5-4	なお大内臓………見た	全部削除
"	右	第4図説明	左臓神経	内臓神経
300	左	3, 7	内腔神経	内臓神経
319	欧文表題		Normal Atmung	Nomal Respiration
338	第1表	右から第2欄	1/2.0	1/2
"	第3表	右から第1欄	1.25	5.5
			5.0	1.25

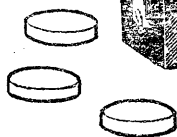
赤痢・疫痢・下痢に！



フタリルスルファチアゾール

フタリチン

フタリチンは消化管内から殆んど吸収されず直接腸管内の有害菌に作用し副作用は絶対にありません。通常服用後24時間で菌数は約 $\frac{1}{10}$ になります。



8錠	20錠
25瓦	250瓦

製造元 日本化成 販賣元 中村 瀧

— 日本薬局方 —



パンクレアチン 含糖ペプシン

東京都中央区日本橋室町4の5

製造發賣元 ミクニ化學産業株式會社

昭和二十六年十月十五日印刷
昭和二十六年十月二十五日發行

編集兼
發行人

東京都文京區本富士町
東京大學醫學部生理學教室
戸塚武彦

印刷所

山形縣鶴岡市馬場町甲三
三浦武次郎
鶴岡印刷株式會社

發行所

東京都文京區本富士町
東京大學醫學部生理學教室
日本生理學會

振替東京八六四三〇
會費一ヶ年金五百圓
(昭和廿六年度)



Sulfa

のダイアジン

第一

テラジアジン

サルファ劑を撰ぶなら.....

吸収迅速—排泄は遅く長時間抗菌作用を營み速かに高い血中濃度に達し、腦脊髄への滲透性が強い、又他のスルファミン劑に比し、体内アセチル化合物の生成量が最も少く、又溶解度は最も高く、従つて腎臟障害尿道内に結晶を生ずる危険率は最も少い。(文献進呈)

第一製藥株式會社
東京日本橋・大阪道修町・福岡下祇園町

包裝 10錠 200円 20錠 380円 100錠 1,840円 500錠 8,500円
定價 25瓦 830円 100瓦 3,000円 500瓦 14,000円
10% 2cc×10 170円 5cc×10 330円 10cc×5 330円

中外製藥の良心的医薬品!

腦溢血其ノ他
毛細血管強化劑

ヒカルチン
注・錠・末

強力利尿劑

テオハルン
粉末

榮養・疲勞
恢復・脚氣に

ビタミン||プロカノン
錠注

肺炎・淋疾・其の他
一般化膿性疾患に

ネオ||チセプタール
注・錠・末

甲状腺機能亢進症
並に狭心症に

メチオジール
注・錠・末

新合成
女性ホルモン

ロバール
注・錠

嫌・好氣性兩菌
を併殺する

ホモスルファミン
注・錠・末

特に神經痛
坐骨神經痛に

アロピラ||ザルプロ
錠注

鎮痛・消炎・解熱に

ザルソ||プロカノン
錠注



製造元

中外製藥株式會社