

運動神經刺激ニ依ル筋運動時ノ瓦斯代謝, 血行, 血糖及ビ血液水素イオン濃度ニ就テ

第2篇 血行ニ就テ

金澤醫科大學生理學教室(主任上野教授)

金澤醫科大學谷野内科教室(主任谷野教授)

研究科學生 山本尚忠

Naotada Yamamoto

(昭和18年9月18日受附) (日本出版會登録番號1004)

(本研究ノ費用ノ一部ハ昭和17年度文部省科學研究費ニ依レリ).

内容抄録

著者ハ家兔ニ於テ運動神經ノ直接刺激ニ依リ, 後肢ニ不隨意運動ヲ起サセテ血液瓦斯, 分時量, 搏動量, 血壓並ビニ脈搏數ノ變化ヲ調べ次ノ結果ヲ得タ.

1. 動脈血 O_2 飽和度ハ減少シタモノモアルガ増加シタモノガ多イ.
2. 靜脈血 O_2 飽和度ハ例外ナク減少シタ.

3. O_2 利用率ハ例外ナク高マツタ.
4. 分時量並ビニ搏動量ハ増加シタ.
5. 血壓ハ運動開始ト同時ニ最初降下シ次イデ上昇シタ.
6. 脈搏數ハ運動開始後一時減少スルガ其後増加シタ.

目次

緒論

實驗方法

實驗成績

I 血液瓦斯, 分時量及ビ搏動量

II 血壓及ビ脈搏數

考察

結論

文献

緒論

血流分時量ガ運動時ニ増加スル事ニ就テハ, 既ニ1887年 Chauveau 及ビ Kaufmann⁽¹⁾ガ馬ノ上唇舉筋ニ依ル咀嚼運動ニ際シ, 該筋ノ血流量ハ平均安靜時ノ4~5倍モ増加スル事ヲ認め, 次イデ1889年 Zuntz 及ビ Hagemann⁽²⁾ハ馬ニ就テ安靜時 29 l ヨリ運動時 53 l ニ増加シ

タ事ヲ記シテ居ル. 其後 Bornstein⁽³⁾(1910)ハ自轉車運轉作業時ニハ分時量ハ6~10倍ニ, 速歩時ニハ5倍ニ, 又搏動量ハ前者ノ場合ニハ2.5~5.5倍ニ増加スルヲ認メタ. 又同様自轉車運轉作業時ニ Krogh 及ビ Lindhard⁽⁴⁾(1912)ハ3.4 l ヨリ11.6 l ニ, 或ハ4.7 l ヨリ21 l ノ

増加ヲ、更ニ Lindhard⁽⁵⁾ (1915) ハ 3~6 倍ノ増加ヲ認メテ居リ、Boothby⁽⁶⁾ (1915)、Means 及ビ Newburg⁽⁷⁾ (1915) モ同様増加ヲ認メテ居ル。又 Lindhard 及ビ Liljestrand⁽⁸⁾ (1920) ハ水泳ノ場合ニハ約 2 倍強、漕艇ノ場合ニハ 1.5~2 倍ノ増加ヲ認メ、Boothby、Krogh、Lindhard 及ビ Liljestrand 等ハ之等分時量ノ増加ハ O₂ 消費量ノ増加ニ比例スルト記シテ居リ、Bock⁽⁹⁾ ハ搏動量モ一定ノ範囲内デハ O₂ 消費量ト比例スルト記シテ居ル。然シ乍ラ Grollmann⁽¹⁰⁾ ハ分時量ガ O₂ 消費量ニ依ツテノミ決定サレルモノデナイ事ヲ記シ、Krogh、Lindhard、Collet 及ビ Liljestrand⁽¹¹⁾ 等モ夫々例外ヲ認メテ居ル。

次ニ不隨意運動ノ例トシテ Tschwesky⁽¹²⁾ ハ 1903 年犬ノ坐骨神經、股神經及ビ閉鎖神經ヲ切斷シ、ソノ末梢部ヲ刺戟シテ後肢ニ強縮ヲ起サセタ場合股動脈ノ血流秒時量ハ 1.48cc ヨリ 1.03cc ニ減少シタガ、律動的收縮ノ場合ニハ 1.96cc ヨリ 2.51cc ニ増加シタ事ヲ記シ、又 Tigerstedt⁽¹³⁾ (1909) ハ脊髓切斷家兔ノ後肢ニ強縮ヲ起サセタ場合分時量ハ 88% マデ増加シタ事ヲ記シテ居リ、Krogh 及ビ Lindhard⁽¹⁴⁾ (1919) ハ人體下肢筋ノ直接刺戟ニ依ル不隨意運動ニ際シテ 2.5 倍モ増加シタ事ヲ記シ、此際分時量ノ増加ト O₂ 消費量ノ増加トハ比例スル事ガ認めラレル。

次ニ血液瓦斯特ニ血液中ノ O₂ 含有量ト運動トノ關係ニ就テハ古クハ Rosenthal⁽¹⁵⁾ (1864) ノ記載ガアルガ、下ツテ 1888 年 Geppert 及ビ Zuntz⁽¹⁶⁾ ハ脊髓切斷犬ニ就テ動脈血 O₂ 飽和度ハ安靜時 12.2 Vol.% ヨリ運動後 16.22 Vol.% ニ増加シタ事ヲ記シテ居ル。然シ乍ラ Barcroft⁽¹⁷⁾ (1919—20) ハ自轉車運轉作業ニ依リ運動前 17.7 Vol.% ノモノガ後ニハ 16.8 Vol.% ニ減少シタ事ヲ記シテ居リ、Harrop⁽¹⁸⁾ (1919) モ運動前 21.09 Vol.% デアツタモノガ後ニハ 19.9 Vol.% ニ減少シタ事ヲ記シテ居ル。然シ Himwich 及ビ Barr⁽¹⁹⁾ (1923) ハ自轉車運轉作業前ヨリモ作業中乃至終了後數分時ニハ動脈血 O₂ 含有量ハ 0.4~3.6 Vol.% 増加シタ事ヲ認メ、Hasting⁽²⁰⁾ (1923)

モ歩行盤上走行ノ犬ニ就キ運動前 19.3 Vol.% ヨリ後ニハ 20.6 Vol.% ニ増加シタ事ヲ記シ、矢崎⁽²¹⁾ モ自轉車運轉作業ニ依リ 0.3~1.7 Vol.% 増加シタ事ヲ記シテ居ル。

次ニ靜脈血中ノ O₂ 含有量トノ關係ニ就テハ、Zuntz 及ビ Hagemann (1898) ハ走レル馬ニ就キ安靜時ニ比シ運動時ニハ減少シタ事ヲ記シ、Verzär⁽²²⁾ (1912) ハ猫ノ腓腸筋ニ強縮ヲ起サセタ場合該筋ヨリ流出スル靜脈血ヲ分析シ、O₂ 飽和度ハ 59% ヨリ 55% ニ、或ル場合ニハ 67% ヨリ 37% ニ、又或ル場合ニハ 62% ヨリ 31% ニ減少シタ事ヲ記シテ居リ、Bock ハ安靜時 77.4% ノモノガ運動時ニハ 53.7% ニ、或ハ 80.3% ヨリ 49.7% ニ減少シタ事ヲ認メ、矢崎ハ自轉車運轉作業時ニ於テ混合靜脈血ハ 1.4~3.0 Vol.% 立位安靜時ヨリ減少シタ事ヲ認メタ。

次ニ O₂ 利用率ニ就テ Zuntz 及ビ Hagemann ハ活動中ノ馬ニ於テ 51.6% ヨリ 68.9% ニ増加スル事ヲ記シ、Krogh 及ビ Lindhard (1912) ハ自轉車運轉作業ニ於テ 0.28~0.6 ヨリ 0.73 ニ、同様ニシテ Lindhard (1915) ハ 0.28 ヨリ 0.32~0.60 ニ、或ハ 0.37 ヨリ 0.795 ニ増加シタ事ヲ認メ、Means 及ビ Newburg モ同様増加ヲ認メタ。又 Verzär ハ猫ノ腓腸筋ニ強縮ヲ起サセタ場合 0.24 ヨリ 0.40 ニ増加シタ事ヲ記シテ居ル。

次ニ血壓及ビ脈搏數ト運動トノ關係ニ就テハ古來研究ガ可ナリミラレ、特ニ隨意運動トノ關係ニ就テハソノ報告ガ多イ。ソノ内 Edgecombe⁽²³⁾ (1899)、Liljestrand 及ビ Zander⁽²⁴⁾ (1928) 等ハ血壓上昇ハ仕事量ニ關係スル事ヲ記シ、Gillespie、Gibson 及ビ Murray⁽²⁵⁾ (1925) 等モ負荷ノ大キサト共ニ上昇スル事ヲ記シテ居リ、又運動時ノ脈搏數ノ増加ニ就テハ Boothby (1915) ハ O₂ 消費量ニ比例スルト述べ、Christensen⁽²⁶⁾ (1931)、Gillespie、Gibson 及ビ Murray 等モ仕事量ニ應ジ變化スル事ヲ記シテ居ル。然シ乍ラ Moritz⁽²⁷⁾ (1903) ハ血壓上昇ノ高サヲ決定スルモノハ仕事量デナク疲勞ノ大キサデアルト述べ、兎ニ角運動時ノ血壓上昇ハ精神作用ニ依リ左右サレル事ヲ信ジタ。又 Stricker⁽²⁸⁾,

Kornfeld⁽²⁹⁾, Masing⁽³⁰⁾ (1902)等モ運動時ノ血壓上昇ニ就テハ精神作用ヲ重視シテ居リ, Bowen⁽³¹⁾ (1895) 及ビ北村⁽³²⁾等ハ身體運動初期ノ脈搏數ノ増加ノ主因ヲ精神作用ニ歸シテ居ル. 更ニ驚愕, 恐怖, 憤怒等ノ精神的影響ヤ空腹時ノ食慾の精神興奮モ, Van Leersum⁽³³⁾ (1911) Cannon, Dominguez⁽³⁴⁾ (1927) 賴尙和⁽³⁵⁾等ニ依レバ血壓及ビ脈搏數ニ影響ヲ及ボス様デアル.

之ヲ要スルニ隨意運動時ノ血壓及ビ脈搏數ノ變化ニ對シテハ精神作用ガ可ナリノ關係ヲ有スル様デアアルガ, 之ヲ明カニスルニハ精神作用(大腦ノ影響)ヲ除イテ不隨意運動ト比較スル事ガ必要デアアル. 然ルニ此種ノ研究ハ極メテ少イ. 即チ Johansson⁽³⁶⁾ (1895)ハ脊髓切断家兎ニ就テ後肢ニ5~10秒ノ休止期ヲオイテ15~20秒間持續スル強縮ヲ數分間起サセタ場合, 血壓ハ降下スルモノ多ク脈搏數ハ反對ニ大部分ガ増加ヲ示シタ. 又 Tigerstedt (1922)ハ同様脊髓切断家兎ニ於テ後肢ニ強縮ヲ起サセ血壓ト分時

量ノ増加トガ互ニ平行スルヲ認メタ. 又白石⁽³⁷⁾ハ頸部脊髓切断犬ノ兩脚ヲ一定速度ヲ他動的ニ屈伸セシメタ場合最大30mm Hgノ血壓上昇ヲ認メ, 大腿筋ヲ電氣デ直接刺戟シタ場合ニハ6~10mmノ上昇ヲ認メタ. 又 Krogh 及ビ Lindhard (1917)ノ人體下肢筋ニ強縮ヲ不隨意ニ起サセタ場合, 脈搏數ノ増加トO₂消費量ノ増加トノ關係ハ概シテ比例シテ居ルノガミラレル.

以上述べ來タツタ如ク分時量ハ一致シテ増加シテ居ルガ, ソノ増加ガO₂消費量ノ増加ト常ニ比例スルカ否カニ就テハ一致ヲ缺キ, 血液ワラストニ動脈血O₂含有量ノ増減ニ就テモ一致ヲ缺ク. 又不隨意運動ニ際シテノ分時量及ビ脈搏量ノ變化ニ就テノ報告ハ極メテ少ク, 且ツ又血壓及ビ脈搏數ノ變化ニ就テノ報告モ少イ.

ソコデ著者ハ血液瓦斯ガ運動ニ依リ如何様ニ變化スルカ, 且ツ又不隨意運動時分時量, 搏動量, 血壓及ビ脈搏數ガ如何様ニ變化スルカヲ研究スル目的デ此ノ實驗ヲ試ミタ.

實驗方法

實驗動物トシテハ專ラ實驗前日來絶食セシメテ置イタ家兎ヲ用ヒ, 之ヲ「ウレタン麻醉下ニ第1篇所報ノ如ク手術シテ股神經ノ直接刺戟ニ依リ後肢ニ律動性伸展運動ヲ10分間ナサシメテ後, 運動持續ノマ、動脈血ハ總頸動脈ヨリ, 混合靜脈血ハ右心室穿刺ニ依リ空氣ト全ク遮斷シテ採血シ(運動開始前ノ安靜時ノ採血モ之ニ同ジ)血液ハ凝固ヲ防グ爲メ碳酸ナトリウムヲ沈メタル流動パラフィン」下ニ入レテ貯ヘ置キ分析ニ供シタ. 而シテ毎回ノ採血量ハ約2.5~3ccデアアル. 又同時ニ呼吸ヲ1分間採取シ1分間ノO₂消費量ヲ求めタ. 斯クシテ血流ノ分時量ハ Fick⁽³⁸⁾ノ方法ニ從ヒ呼吸分析ニヨリ求め得タ處ノ1分間ノO₂消費量ト, 動靜脈血各々1cc中ノO₂含有量差トノ比ヨリ算出シ得タ.

次ニ血液ノO₂利用率ト稱スルノハ血液ガ毛細血管

ヲ通過スル時還元サレル範圍デアツテ, Krogh (1912)ニヨリ斯ク名付ケラレタ. 即チ血液ノ身體循環中ニソノ1%ヨリ組織ニ攝取サレルO₂量ヲ血液1l中ノO₂量デ除シタモノデアアル.

以上ノ血液瓦斯分析ニハ「パークロフト」⁽³⁹⁾ノ血液瓦斯分析裝置ヲ, 又呼吸分析ニハ第1篇所報ノ「ホルデン」⁽⁴⁰⁾ノ裝置ヲ用ヒタ. 次ニ血壓及ビ脈搏數測定ノ爲メ, 一方ノ總頸動脈ヲ水銀血壓計ニ連結シテ血壓曲線ヲ煤紙上ニ25秒乃至30秒宛描記シ, 脈搏數ハ20秒間ヲ數ヘテ1分間ノ數ニ換算シ, 血壓ハ最高血壓ヲ以テ表ハシタ. 但シ運動開始ト共ニ血壓ハ多クハ先ヅ急速ニ降下シ, 大體1分以内ニ最低位ニ達シ爾後上昇スルガ, 此ノ初期降下度ヲ明示スル爲メ1分目内ノ血壓ノミハ此ノ最低位ノ最高血壓ヲ以テ表ハシタ.

實驗成績

I. 血壓瓦斯, 分時量及ビ搏動量

實驗例ハ總ベテ股神經刺戟ニ依ル後肢ノ律動

性伸展運動ノ場合デアリ, 刺戟頻度ハ100/mト117/mノ2種類デアアル.

先づ動脈血ノ O₂ 飽和度ニ就キ安靜時ト運動時トヲ比較スルニ、總數12例中運動時ニ増加シタモノハ No. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 ノ 8 例デソノ増加ハ 0.22%~12.22%, 平均ハ 5.44% デアル。又減少シタノハ No. 6, 10, 11, 12 ノ 4 例デソノ値ハ 1.83%~9.62%, 平均 4.62% デアル。而シテ12例ノ安靜時ノ平均 O₂ 飽和度ハ 90.85%, 運動時ハ 92.94% デアツテ結局總平均ニ於テ 2.09% ダケ運動時ニハ増加シテ居ル事ニナル。

靜脈血 O₂ 飽和度ハ12例共總ベテ運動時ニハ減少シテ居リ、12例平均ハ安靜時 67.32%, 運動時 57.46% デソノ差ハ 9.86% デアル。

動靜脈血 O₂ 飽和度差ハ安靜時ニハ 7.35%~41%, 運動時ニハ 22%~45% デアツタ。即チ運動時ニハ上述ノ如ク動脈血 O₂ 飽和度ノ増加ト靜脈血 O₂ 飽和度ノ減少トノ兩者相俟ツテ、安靜時ノソレヨリ大トナルノデアツテ、安靜時ノ平均ハ 29.05%, 運動時ノ平均ハ 35.56% デアル。即チ之ニ依ツテ既ニ運動時ニハ O₂ 利用ガ

高マル事ガ分ルガ、實際 O₂ 利用率ハ12例共總ベテ運動時ニハ増加シテ居ル。即チ安靜時 0.12~0.44 ヨリ運動時 0.21~0.54 ニ増加シテ居リ、12例平均ハ安靜時 0.287, 運動時 0.373 デアル。

次ニ血流ノ分時量ハ運動時ニ増加シタガ、ソノ増加ハ僅少デアル。即チ No. 9 デハ僅カ 8.2cc (2.29%) ノ増加ニ過ギズ、最大ノ No. 6 デサハ 79.5cc (19.24%) デアル。他ノ 5 例ハ大體 20cc~40cc デ總平均ハ 32.15cc デアル。

搏動量ハ 7 例共増加シ増加率ハ 1.1%~16.0% デアル。又脈搏數ニ就テハ No. 8 ガ運動時ニ變化ノナカッタ以外ハ他ノ 6 例共 3~9/m (1.2%~3.7%) ノ増加ヲ示シタ。

即チ分時量ハ搏動量ト脈搏數ノ兩者ノ増加ガ相俟ツテ生ジタ事ガ分ル。而シテ No. 6, 7, 8, 10 デハ主トシテ搏動量ノ増加ニ依リ、又 No. 9, 11, 12 デハ脈搏數及ビ搏動量兩者ノ大體等シイ増加ニ依リ生ジタ。

次ニ分時量ノ増加ト 1 分間 O₂ 消費量ノ増加トヲ比較スルト、No. 6 デハ前者ノ 79.5cc ニ對

第 1 表 A

		動脈血 O ₂ 飽和度 %	靜脈血 O ₂ 飽和度 %	動靜脈血 O ₂ 飽和度差 %	O ₂ 利用率
No. 1 7月18日 家兎 ♂ 體重 2.5kg 室温 28°C 刺戟頻度 117α/m	安靜時	87.61	67.46	20.15	0.265
	運動時	96.90	59.24	37.66	0.383
	差	+ 9.3	- 8.22		
No. 2 7月25日 家兎 ♀ 體重 2.4kg 室温 29°C 刺戟頻度 100α/m	安靜時	80.16	72.81	7.35	0.122
	運動時	92.38	70.14	22.24	0.212
	差	+ 12.22	- 2.67		
No. 3 7月27日 家兎 ♀ 體重 2.8kg 室温 30.5°C 刺戟頻度 100α/m	安靜時	88.74	73.5	15.24	0.247
	運動時	92.65	48.19	44.46	0.495
	差	+ 3.91	- 25.31		
No. 4 8月26日 家兎 ♂ 體重 1.7kg 室温 26.5°C 刺戟頻度 100α/m	安靜時	92.86	70.13	22.73	0.265
	運動時	94.50	62.48	32.03	0.304
	差	+ 1.64	- 7.65		
No. 5 9月16日 家兎 ♂ 體重 2.7kg 室温 21°C 刺戟頻度 117α/m	安靜時	92.35	69.75	22.6	0.205
	運動時	94.56	59.32	35.24	0.288
	差	+ 2.21	- 10.43		

第 1 表 B

		呼(二 氣分間) cc	呼(二 吸分間) α/m	一氣 回量 呼 cc	CO ₂ (二 排出量) cc	O ₂ (二 消費量) cc	呼 吸 商	動飽 脈和 血度 O ₂ %	靜飽 脈和 血度 O ₂ %	動靜 脈血 O ₂ 差 %	O ₂ 利用 率	脈(二 搏分間) α/m	分 時量 cc	搏 動量 cc
No. 6 7月11日 家兎 ♀ 體重 3.1kg 室溫 28°C 刺戟頻度 117α/m	安靜時	520	36	14.4	14.96	20.40	0.733	100	77.55	22.45	0.333	228	412.96	1.81
	運動時	790	40	19.8	23.95	25.99	0.921	90.38	53.19	37.19	0.432	234	492.46	2.10
	差					+ 5.59		- 9.62	-24.36			+ 6	+ 79.5	+ 0.29
No. 7 7月20日 家兎 ♂ 體重 2.5kg 室溫 28°C 刺戟頻度 117α/m	安靜時	540	58	9.3	11.41	17.66	0.646	95.07	61.21	33.86	0.392	279	254.89	0.914
	運動時	710	53	13.4	16.8	22.94	0.732	100	56.39	44.61	0.47	285	274.9	0.965
	差					+ 5.28		+ 4.93	- 4.82			+ 6	+ 20	+ 0.021
No. 8 7月30日 家兎 ♀ 體重 1.9kg 室溫 28°C 刺戟頻度 100α/m	安靜時	375	50	7.5	8.69	14.74	0.589	85.4	65.5	19.88	0.25	270	446.46	1.65
	運動時	575	66	8.7	13.02	17.56	0.742	85.62	63.27	22.35	0.268	270	485.76	1.79
	差					+ 2.82		+ 0.22	- 2.23			0	+ 39.3	+ 0.14
No. 9 8月23日 家兎 ♀ 體重 2.4kg 室溫 23°C 刺戟頻度 100α/m	安靜時	450	37	12.16	11.34	16.29	0.697	84.37	56.21	28.2	0.316	252	356.89	1.416
	運動時	540	38	14.21	13.61	18.98	0.717	93.47	52.79	40.68	0.357	255	365.09	1.432
	差					+ 2.69		+ 9.1	- 3.42			+ 3	+ 8.2	+ 0.016
No. 10 8月28日 家兎 ♀ 體重 2.5kg 室溫 29°C 刺戟頻度 100α/m	安靜時	455	31	14.67	13.096	17.21	0.761	96.40	66.61	29.79	0.338	243	291.60	1.20
	運動時	765	36	21.25	19.67	21.77	0.903	94.57	54.56	40.01	0.417	252	319.58	1.27
	差					+ 4.56		- 1.83	-12.05			+ 9	+ 28.0	+ 0.07
No. 11 9月10日 家兎 ♀ 體重 2.95kg 室溫 25.5°C 刺戟頻度 100α/m	安靜時	660			12.26	20.36	0.602	95.78	55.05	40.74	0.472	252	292.19	1.16
	運動時	740			17.51	24.78	0.707	91.82	47.71	44.11	0.537	261	316.63	1.213
	差					+ 4.42		- 3.96	- 7.34			+ 9	+ 24.4	+ 0.053
No. 12 9月22日 家兎 ♂ 體重 2.8kg 室溫 21°C 刺戟頻度 117α/m	安靜時	395	39	10.12	9.36	13.64	0.686	91.49	72.00	19.49	0.234	201	352.19	1.75
	運動時	575	49	11.73	14.79	17.39	0.850	88.41	62.29	26.12	0.317	207	377.91	1.825
	差					+ 3.75		- 3.08	- 9.71			+ 6	+ 25.7	+ 0.075

シ後者ハ 5.59cc デソノ比ハ 14.22 デアル。同様ニシテ求メタ 兩者ノ比ハ No. 6—12 ノ7例デ 3.05~14.22, 平均 7.64 デアル。

次ニ搏動量ノ増加ト1分間 O₂ 消費量ノ増加トヲ比較スルト No. 6—12 ノ7例デ 0.004~0.052, 平均 0.023 デアル。

II. 血壓及ビ脈搏數

此處ニ掲ゲル成績ハ血液瓦斯ノ實驗中血壓曲線ヲ描記シタモノデアリ、ソノ描記時間ハ運動開始以後約10分間デアル。

實驗例ハ總ベテ股神經刺戟ニ依ル後肢ノ律動性伸展運動ノ場合デアリ、刺戟頻度ハ 100/m ト 117/m ノ2種類デアル。

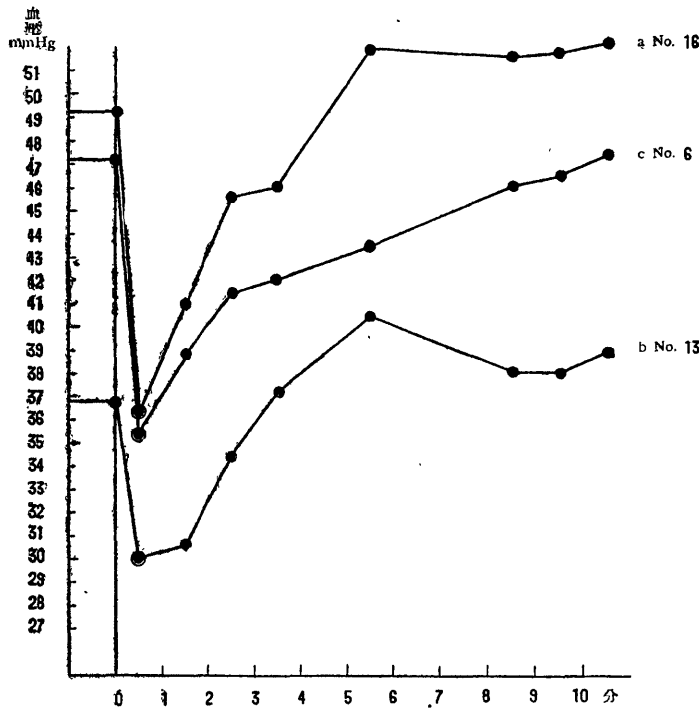
A. 血 壓

總數16例中之ヲ大體次ノ3型ニ分類シ得タ。

a. 運動開始ト共ニ急速ニ降下スルガ、次ニ次第ニ上昇シ最高値ニ達シテカラハ略恒常ニ留マルモノ。

此ノ型ニ屬スルモノハ No. 1, 2, 5, 7, 9, 11, 16 ノ7例デアル。代表トシテ No. 16 ヲ掲ゲル。

第 1 圖



實驗例 No. 16, 家兎♂, 體重 2.7 kg, 刺戟頻度 117/m, 9月16日。

運動開始後3秒デ降下シ始メ14秒デ最低位ニ達シタ。即チ安靜時ノ 49.2mm カラ運動開始後14秒デ最低位ノ最高血壓 36.4mm ニ降下シ、以後次第ニ上昇シ1分目 41.0mm, 2分目 45.6mm, 3分目 46.0mm, 5分目 51.8mm トナリ安靜時ノ血壓ヲ凌駕、以後8分目 51.4mm, 9分目 51.6mm, 10分目 52.0mm ト

ナリ5分以後ハ略恒常ナルヲ得タ。

今此ノ型ニ屬スル7例ヲ總括シテミルニ、運動開始後1.5~3秒デ降下シ始メ、14~15秒デ最低位ニ降下スル。其ノ降下度ハ運動開始前ニ比シ 4~12.8mm, 平均 8.62mm デアル。次ニ大多數ノモノハ運動開始後大體3分~5分デ最高値ニ達シ、其ノ時ノ値ガ運動開始前ニ比シ高イモノハ No. 2, 5, 11, 16 ノ4例デ平均 2.85mm ノ上昇、低イモノハ No. 1, 7, 9 ノ3例

テ平均 0.5mm ノ低下デアル。

b. 運動開始ト共ニ血壓ハ急速ニ降下スルガ, 次イデ次第ニ上昇シ最高値ニ達シテカラハ次第ニ降下スルモノ。

此ノ型ニ屬スルモノハ No. 3, 4, 10, 13, 14, 15 ノ 6 例デアル。代表トシテ No. 13 ヲ掲ゲル。

實驗例 No. 13, 家兎♂, 體重 1.7 kg, 刺戟頻度 100/m, 8月26日。

運動開始後 2 秒デ降下シ始メ最低位ニハ 23.5 秒デ達シタ。即チ安靜時ノ 37.8mm ヨリ運動開始後 23.5 秒デ最低位ノ最高血壓 30.0mm ニ降下シ以後次第ニ上昇シ 1 分目 30.6mm, 2 分目 34.4mm, 3 分目 37.2mm, 5 分目ニハ 40.4mm トナリ安靜時ノ血壓ヲ凌駕シ, 以後ハ 8 分目及ビ 9 分目 38.0mm, 10 分目 38.8mm ト降下シタ。

今此ノ型ニ屬スル 6 例ヲ總括シテミルニ, 運動開始後 2~3 秒デ降下シ始メ 18.5~24 秒デ最低値ニ降下スル。其ノ降下度ハ運動開始前ニ比シ 4.3~11.4mm, 平均 8.11mm デアル。次ニ運動開始後大體 3 分~5 分デ最高値ニ達シ, 其ノ時ノ値ハ運動前ニ比シ高イモノハ No. 4, 10, 13, 14, 15 ノ 5 例デ平均 2.22mm ノ上昇, 低イモノハ No. 3 ノ 1 例デ 2.4mm ノ低下デアル。

c. 運動開始ト同時ニ急速ニ降下スルガ, 次イデ運動中逐次上昇スルモノ。

此ノ型ニ屬スルモノハ No. 6, 8, 17 ノ 3 例デアル。代表トシテ No. 6 ヲ掲ゲル。

實驗例 No. 6, 家兎♀, 體重 3.1 kg, 刺戟頻度 117/m, 7月11日。

運動開始ト共ニ急速ニ最低位ノ最高血壓 35.5mm (安靜時 47.2mm) ニ降下シ, 以後次第ニ上昇シ續ケ 1 分目 38.8mm, 2 分目 41.5mm, 3 分目 42.0mm, 5 分目 43.5mm, 8 分目 46.0mm, 9 分目 46.5mm トナリ, 10 分目ニハ 47.2mm ト始メテ安靜時ト同高ニナツタ。

今此ノ型ニ屬スル 3 例ヲ總括シテミルニ, 運動開始後ノ最低位降下度ハ運動開始前ニ比シ 11.6~18.5mm, 平均 14mm, 次ニ運動中逐次血壓ハ上昇シツマケテ行キ, 10 分目ニ運動開始前ニ比シ高クナツタモノハ No. 8 デ 2.0mm ノ上昇, 等シクナツタモノハ No. 6, 未ダ低イモノハ No. 17 デ 5.0mm ノ低下デアル。

以上 16 例ニ於テ血壓ノ變動ハ極メテ小サイ。

之ハ運動ソノモノガ既述ノ隨意運動ニ比スレバ極メテ小ナル電氣的刺戟ニ依ル後肢ノ不隨意運動ノ爲メデアラウ。

又運動開始ト共ニ血壓ノ降下ヲ來タシ次イデ上昇シタガ, 10 分内ニ元ノ安靜時ノ血壓ヲ凌駕シ得ナカツタモノハ 16 例中 4 例, ヤツト同高ニナツタモノハ 2 例デアル。

要スルニ不隨意運動ニ於テモ血壓ハ上昇シ得ル事ガ分ル。又血壓ト運動量乃至血壓測定時ノ O_2 消費量トノ間ニハ第 2 及ビ第 3 表ニ示ス如ク何等密接ナ關係ハミラレナカツタ。

B. 脈搏數

總數 16 例中之ヲ大體次ノ 3 型ニ分類シ得タ。

a. 運動開始後一時減少スルモノ次イデ次第ニ増加シ, 最大値ニ達シテカラ以後ハ略恒常ヲ保ツモノ。

此ノ型ニ屬スルモノハ No. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 12 ノ 8 例デアル。代表トシテ No. 2 ヲ掲ゲル。

實驗例 No. 2, 家兎♀, 體重 2.15 kg, 刺戟頻度 100/m, 6月6日。

安靜時ノ 252/m カラ運動開始直後ニハ 249/m ニ減少シ, 1 分目ニハ安靜時ト同數ノ 252/m ニ復シ, 2 分目以後 9 分目マデ 255/m デ恒常ナルヲ得タ。

今此ノ型ニ屬スル 8 例ヲ總括シテミルニ, 運動開始直後ニハ安靜時ニ比シ 3~9/m ノ減少ヲ示シ (No. 4 及ビ 12 デハ不變デアツタガ), 平均 4/m ノ減少ニ當ル。次ニ大體 2 分目, 3 分目, 5 分目及ビ 8 分目ニ各々 2 例ノ割合デ最大値ニ達シ, ソノ時ノ値ハ安靜時ニ比シ 3~6/m ノ増加デ (No. 1 デハ安靜時ニ等シ), 平均 3/m ノ増加ニアタル。

b. 運動開始直後一時減少スルモノ次イデ次第ニ増加シ, 最大値ニ達シテカラハ次第ニ減少スルモノ。

此ノ型ニ屬スルモノハ No. 13, 14, 15, 16 ノ 4 例デアル。代表トシテ No. 13 ヲ掲ゲル。

實驗例 No. 13, 家兎♂, 體重 1.7 kg, 刺戟頻度 100/m, 8月26日。

安靜時ノ 243/m カラ運動開始直後ニハ 237/m ニ減少シ, 1 分目モ 237/m デアルガ 2 分目ニハ 243/m ト安靜時ニ等シクナリ, 3 分目 249/m, 5 分目及ビ 8 分目ニハ 252/m ニ増加シ, 9 分目及ビ 10 分目ニハ 249/m

ニ減少シタ。

今此ノ型ニ屬スル4例ヲ總括シテミルニ、運動開始直後ニハ安靜時ニ比シ4例共6/mノ減少ヲ示シタ。次ニ大體5分目1例、8分目3例ノ割合デ最大値ニ達シソノ時ノ値ハ安靜時ニ比シ6~12/mノ増加ヲ示シ、平均10/mノ増加ニアタル。

c. 運動開始直後一時減少スルモ次イデ次第ニ増加シツヅケルモノ。

此ノ型ニ屬スルモノハ No. 5, 10, 11, 17ノ

第 3 表

			O ₂ 消費量 cc/m	脈搏數 α/m	血壓 mmHg
No. 1 6月6日 家兎♀ 體重2.15kg 刺戟頻度 100α/m	安靜時		16.98	252	43.8
	運動時		19.02	255	46.4
	差		+2.04	+ 3	+ 2.6
No. 2 7月10日 家兎♀ 體重 2.3kg 刺戟頻度 117α/m	安靜時		16.9	192	39.3
	運動時		18.46	212	42.0
	差		+1.56	+ 20	+ 2.7
No. 3 7月11日 家兎♀ 體重 3.1kg 刺戟頻度 117α/m	安靜時		21.87	228	47.2
	運動時		25.99	234	47.2
	差		+4.12	+ 6	0
No. 4 7月14日 家兎♂ 體重 2.9kg 刺戟頻度 117α/m	安靜時		20.51	252	32.5
	運動時		22.49	261	33.0
	差		+1.98	+ 9	+ 0.5
No. 5 7月17日 家兎♂ 體重 2.3kg 刺戟頻度 117α/m	安靜時		17.32	252	43.6
	運動時		20.04	255	45.6
	差		+2.72	+ 3	+ 2.0
No. 6 7月18日 家兎♂ 體重 2.5kg 刺戟頻度 117α/m	安靜時		16.56	237	30.6
	運動時		19.20	246	30.4
	差		+2.64	+ 9	- 0.2
No. 7 7月25日 家兎♀ 體重 2.4kg 刺戟頻度 100α/m	安靜時		18.5	249	40.0
	運動時		20.65	261	40.4
	差		+2.15	+ 12	+ 0.4
No. 8 8月28日 家兎♀ 體重 2.5kg 刺戟頻度 100α/m	安靜時		17.21	243	48.2
	運動時		21.77	252	43.2
	差		+4.56	+ 9	- 5.0
No. 9 9月10日 家兎♀ 體重2.95kg 刺戟頻度 100α/m	安靜時		20.36	252	41.2
	運動時		24.78	261	39.0
	差		+4.42	+ 9	- 2.2
No. 10 9月16日 家兎♂ 體重 2.7kg 刺戟頻度 117α/m	安靜時		17.44	222	49.2
	運動時		20.30	225	52.0
	差		+2.86	+ 3	+ 2.8

O₂消費量(1分間)ハ血壓及ビ脈搏數測定時ノ1分間ノ消費量デアル。

4例デアル。代表トシテ No. 5ヲ掲ゲル。

實驗例 No. 5, 家兎♀, 體重 2.3 kg, 刺戟頻度 117/m, 7月10日。

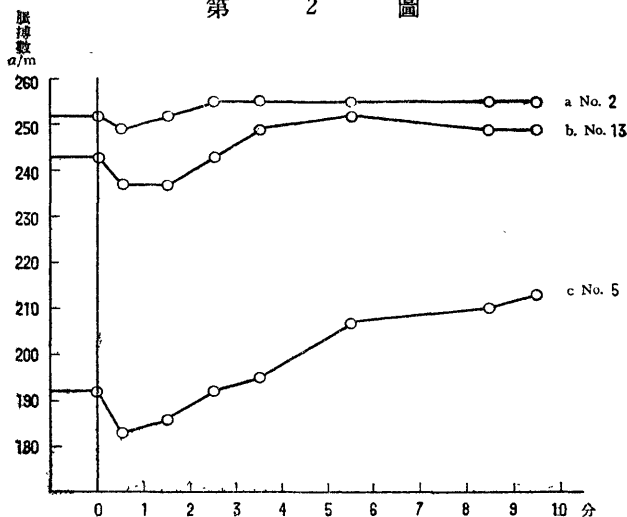
安靜時ヲ 192/mカラ運動開始直後ニハ 183/mニ減少シ1分目ニハ 186/m, 2分目ニハ 192/mト安靜時ニ等シクナリ, 3分目 195/m, 5分目 207/m, 8分目 210/m, 9分目 213/mト逐次増加シタ。今此ノ型ニ屬

第 2 表

		運動量 kgm	脈搏數 α/m	血壓 mmHg
No. 1 7月2日 家兎♀ 體重 2.7kg	安靜時		243	37.0
	運動時	3.35	249	39.5
	差		+ 6	+2.5
No. 2 7月6日 家兎♂ 體重 2.4kg	安靜時		255	41.5
	運動時	4.59	258	41.25
	差		+ 3	-0.25
No. 3 7月8日 家兎♀ 體重 2.7kg	安靜時		246	31.5
	運動時	2.38	249	32.0
	差		+ 3	+0.5
No. 4 7月10日 家兎♀ 體重 2.3kg	安靜時		192	39.3
	運動時	3.26	213	42.5
	差		+ 21	+3.2
No. 5 7月11日 家兎♀ 體重 3.1kg	安靜時		228	47.2
	運動時	6.33	234	47.2
	差		+ 6	0
No. 6 7月26日 家兎♀ 體重 2.8kg	安靜時		273	49.2
	運動時	1.96	285	45.6
	差		+ 12	-3.6
No. 7 8月28日 家兎♀ 體重 2.5kg	安靜時		243	48.2
	運動時	4.63	255	49.2
	差		+ 12	+1.0
No. 8 9月10日 家兎♀ 體重2.95kg	安靜時		252	41.2
	運動時	4.33	264	42.0
	差		+ 12	+0.8
No. 9 9月16日 家兎♂ 體重 2.7kg	安靜時		222	49.2
	運動時	5.43	228	52.0
	差		+ 6	+2.8

運動量ハ10分間デアツテ、脈搏數及ビ血壓ハソノ間ノ最大ト思ハレルモノヲ以テ表ハシタ。

第 2 圖



スル4例ヲ總括シテミルニ、運動開始直後ニハ安靜時ニ比シ 3~12/mノ減少ヲ示シ (No. 7ハ直後ニハ安靜時ニ等シク1分目及ビ2分目ニ 3/mノ減少ヲ示シタガ), 平均 6/mノ減少ニアタル。次ニ脈搏數ハ運動中増加ヲ續ケ運動ノ末期ニハ運動開始前ニ比シ平均 11/mノ増加ヲ示ス。

以上脈搏數ニ就テハ運動開始ト共ニ増加シタモノハナク、少數ノモノガ變化ヲ示サナカツタ以外大多數ノモノハ減少シ、運動開始直後最モ減少シタモノハ No. 11ノ 12/mデアツタ。又1分目マデハ未ダ安靜時ヨリ減少シテ居ルモノガ多イ。2分目ニナルト凌駕スルモノハ多クナ

リ16例中3例、3分目ニハ更ニ多クナリ16例中8例ガ凌駕シ、6例ガ安靜時ニ等シク2例ガ未ダ減少シテ居ル。5分目ニナルト16例中12例ガ凌駕シ4例ハ安靜時ト同數デアリ、即チ5分目ニハ全部ガ安靜時ト同數乃至ソレ以上ニ達シタ。尙脈搏數ノ變化ハ全體ヲ通ジ僅少デハアツタガ、確カニ不隨意運動ニ際シテモ増加スル。

次ニ脈搏數ノ増加ト運動量乃至脈搏數測定時ノ O_2 消費量トノ間ニハ、第2及ビ第3表ニ示ス如ク密接ナ關係ハミラレナカツタ。

考 察

筋運動ニ伴ヒ血流分時量ノ増加スル事ハ、Chauveau 以來認メラレテ居リ、此ノ増加ハ Boothby, Krogh 及ビ Lindhard, Liljestrand 等ニ依レバ O_2 消費量ノ増加ニ比例スルトイフ。又 Bock 等ハ搏動量モ1分間ノ O_2 消費量が 250 cc ト 2400cc トノ間デハ互ニ比例スルトイフ。然シ Grollmann ハ分時量ガ單ニ O_2 消費ニ依ツテノミ決定サレルモノデナイト述べ、Krogh 及ビ Lindhard ハ上述ノ如ク分時量ノ増加ト O_2 消費量ノ増加ガ比例スル事ヲ認メナガラモ尙且ツ此ノ兩者ノ關係ハ個人的ニ大イニ異ナリ得、

又同一人デモ長期ニワタリ此ノ關係ハ恒常デアル必要ハナイト記シ、Collet 及ビ Liljestrand モ個人的ニハ勿論、仕事ノ種類ニ依ツテモ異ナル事ヲ記シテ居ル。又 Lindhard ハ運動ノ練習ニ依リ運動時分時量ノ増加ヲ少ナカラシムル事ヲ述ベテ居ル。

次ニ不隨意運動ノ場合ニ就テ Krogh 及ビ Lindhard ハ人體下肢筋ノ直接刺激ニ依ル不隨意運動ニ際シ、分時量ノ増加ハ O_2 消費量ノ増加ト比例スル事ヲ認メ、又 Tigerstedt ハ脊髓切断家兔ノ後肢ニ強縮ヲ起サセタ場合分時量ハ最

大88%マデ増加スルヲ認メタ。

サテ著者ノ實驗成績デハ運動時ニハ分時量ハ 2.29~19.24%, 搏動量ハ 1.13~16.01%, O₂ 消費量ハ 2.82~5.59%ノ増加ヲ示シタガ, 運動時ノ分時量増加ト1分間 O₂ 消費量増加トヲ比較スルニ, ソノ比ハ 3.05~14.22 ニシテ個體的ニ可ナリ動搖スルガ平均 7.64 デアル。又運動時ノ搏動量増加ト1分間 O₂ 消費量増加トヲ比較スルニ, ソノ比ハ 0.004~0.052 ニシテ個體的ニ可ナリ動搖スルガ平均 0.023 デアル。即チ不隨意運動ニ於テモ血行ガ盛シナル結果分時量ハ増加シ, 此ノ分時量ハ脈搏數及ビ搏動量ノ増加ニ依リ營マレタガ, 1分間 O₂ 消費量増加ト分時量並ビニ搏動量ノ増加トハ必ずシモ比例ハシナイ。

次ニ運動時動脈血ノ O₂ 飽和度ガ安靜時ニ比シ増加スルカ減少スルカニ就テハ, 古クハ Rosenthal ガ減少スルト述べ, Barcroft モ自轉車運轉作業ニ依リ運動前ノ 17.7 Vol.%ヨリ後ニハ 16.8 Vol.%ニ減少シタ事ヲ認メ, 之ヲ運動時肺ヲ通過スル血液ノ速ヤイ速度ト, 又運動時 O₂ ニ對スル Hb ノ親和力ノ僅カナ減少トニ依リ O₂ 含有量ガ減少スルノダト説明シタ。同ジク Harrop モ運動前 21.09 Vol.%ヨリ後ニハ 19.9 Vol.%ニ減少シタ事ヲ記シテ居ル。之ニ對シ Zuntz 及ビ Geppert ハ脊髓切断犬及ビ家兎ニ就テ行ツタ實驗ニ於テ, 運動時動脈血 O₂ 含有量ガ數 Vol.%増加シタ例ヲアゲ Rosenthal ノ説ニ反對シタ。又 Hasting ハ數時間ニワタリ歩行盤上ヲ走行シタ犬ニ就テ測定シ, 運動前 19.3 Vol.%ヨリ後ニハ 20.6 Vol.%ニ増加シタ事ヲ記シテ居リ, 又 Himwich 及ビ Barr ハ自轉車運轉作業ニ就キ作業中乃至終了後數分時ニ於テ 0.4~3.6 Vol.%ノ増加ヲ認メ, 矢崎モ同ジク自轉車運轉作業中 0.3~1.7 Vol.%ノ増加ヲ認メタ。

次ニ靜脈血ノ O₂ 飽和度ニ就テハ Zuntz 及ビ Hagemann ハ走レル馬ニ就キ安靜時ヨリ減少ヲ認メ, Verzär ハ猫ノ運動神經刺激ニ依リ腓腸筋ノ強縮ニ際シ該筋ヨリ流出スル血液ヲ分析シ, O₂ 飽和度ハ 59%ヨリ 55%ニ, 或ハ 67%ヨリ 37

%ニ, 或ハ 62%ヨリ 31%ニ減少シタ事ヲ認メタ。又 Bock ハ自轉車運轉作業ニ際シ混合靜脈血ノ O₂ 飽和度ハ 77.4%ヨリ 53.7%ニ, 或ハ 80.3%ヨリ 49.7%ニ減少シタ事ヲ認メ, 矢崎モ同ジク自轉車運轉作業時ニ 1.4~3.0 Vol.%減少シタ事ヲ認メテ居ル。

即チ動脈血ノ O₂ 飽和度ニ就テハ運動ニ依リ増加スルトイフモノト減少スルトイフ兩者ガアルガ, 靜脈血ノ O₂ 飽和度ニ就テハ一致シテ運動ニ依リ減少ラ來タス事ヲ認メテ居ル。今著者ノ成績ヲミルニ動脈血ノ O₂ 飽和度ハ運動時ニハ安靜時ニ比シ 12例中 4例デハ 1.83~9.62%減少シタガ, 8例ハ 0.22~12.22%増加シタ。即チ運動時ニ増加シタノハ 2/3例ニ於テデアル。サテ運動時肺ニ達スル靜脈血ノ O₂ 張力ハ安靜時ヨリ可ナリ低ク, 一方肺胞内ノ O₂ 張力ハ安靜時ト同様ニ高イ。故ニ肺胞ヨリ血液ヘ向フ O₂ ノ擴散ハ速カデアルワケデアル。M. Krogh (41) (1914—15) ハ擴散率即チ 1mm ノ張力ノ差デ1分間ニ肺胞空氣カラ血液ヘ擴散スル O₂ 量ハ, 安靜時ヨリ運動時ニハ可ナリ大デアル事ヲ示シ, Bainbridge (42) (1919) ハ之ト肺胞空氣ト血液中ノ O₂ 張力ノ大ナル差ガ相俟ツテ運動時ニハ血液ヘノ O₂ ノ通過ヲ可ナリ速ヤメルニ違ヒナク, 斯クテ速カナル血液ヘノ O₂ ノ擴散ハ肺ヲ通過スル速ヤイ血流ニ對シ完全ニ平衡スル事ガ出來, 少クトモ安靜時ト同ジ様ニ運動中モ O₂ デ充分飽和サレルト述べテ居ル。然シ乍ラ此ノ説明ガ必ずシモ常ニ當テハマラオイ事ハ, 著者ノ實驗ノ 1/3例デハ却ツテ O₂ 飽和度ノ減少ヲミタ事デ分ル。即チ運動時ノ動脈血ノ O₂ 飽和度ハ必ずシモ増加スルトハ限ラナイガ, 然シ乍ラ増加スルモノガ多イ事ハ認メラレル。

次ニ靜脈血ノ O₂ 飽和度ハ安靜時ノ 55~77.5%ニ對シ運動時ニハ 47.71~70.41%デソノ差ハ 2.23~25.31%デアリ, 12例共總ベテ運動時ニハ減少シテ居ル。此ノ事ハ筋活動ニ際シ O₂ 消費量ガ増加スル事ヨリ當然豫想サレル所デアアル。又 12例ノ平均ハ安靜時 67.32%ニ對シ運動時 57.46%デソノ差ハ 9.86%デアアル。即チ此ノ

差ハ著者ノ成績デハ Verzär ノ強縮實驗ノ成績 (4~30%) 及ビ Bock ノ自轉車運轉作業ノ成績 (23.7~30.6%) = 比シテ小サイ。此ノ事ハ著者ノ場合 = ハ筋攣縮 = 依ル律動運動故強縮ノ場合ヨリ O₂ 消費量ガ少ク, 又 Bock ノ場合ハ隨意運動デ使用スル筋モ多イ事カラ了解サレル。

O₂ 利用率 = 就テハ古ク Zuntz 及ビ Hagemann ハ活動中ノ馬 = 就テ平均 51.64% ヨリ 68.9% = 増加シタ事ヲ記シ, 又 Krogh 及ビ Lindhard ハ自轉車運轉作業 = 際シ 0.28~0.6 ヨリ 0.73 = 増加シタ事ヲ記シ居リ, Lindhard ハ同様 = シテ 0.28 ヨリ 0.32~0.60 =, 或ハ 0.37 ヨリ 0.795 = 増加シタ事ヲ記シテ居ル。又不隨意運動ノ場合 = 就テ Verzär ハ猫ノ腓腸筋ノ強縮 = 際シ 0.24 ヨリ 0.40 = 増加シタ事ヲ認メテ居ル。サテ著者ノ成績デハ安靜時ノ 0.12~0.47 ヨリ運動時 = ハ 0.21~0.54 = 増加シ, 安靜時ノ平均ハ 0.287 運動時ノ平均ハ 0.373 デアツテ, 運動時 = ハ O₂ 利用率ガ高イ。又次 = 示ス如ク O₂ 利用率ハ動靜脈血 O₂ 飽和度ノ差 = 伴ツテ増加シテ居ル。

	平均
O ₂ 利用率	{ 安靜時 0.287
	{ 運動時 0.373
動靜脈血 O ₂ 飽和度差	{ 安靜時 29.05%
	{ 運動時 35.56%

以上述ベタ如ク運動時 = ハ血液 O₂ 利用率ハ先人ト同様, 著者ノ場合デモ高マツテ居ル。此ノ事ハ寧ロ當然ノ事デアリ, 若シ不變ナラバ活動筋ノ要求スル大量ノ O₂ ハ血流速度ヲ極メテ大ニシナケレバ充タサレナイワケデアル。サテ運動時ノ組織 = 於ケル O₂ 利用ヲ考ヘテミルニ, 運動時 = ハ動脈血ノ水素イオン濃度ハ増シ爲メ = Oxy-Hb ノ解離ハ促サレル。此ノ事ハ Mathison (1911) ガ血液 = 少量ノ酸ヲ加ヘルト Oxy-Hb ガ低イ O₂ 張力ノ下デ解離スル速度ヲ非常 = 速ヤメル事ヲ示シタ實驗カラモ推定サレル。(其後 Barcroft 及ビソノ協力者達 = 依リ更 = Mathison ノ見解ハ確メラレタ。而シテ肺 = 於テ充分 O₂ ヲ吸収シタ血液ハ活動筋ノ毛細管 = 達シ, 動脈血自身ノ水素イオン濃度ノ外 =

ソノ局所ノ乳酸及ビ CO₂ 發生等 = 依ル水素イオン濃度ノ増加ト相俟ツテ, 運動時 = 毛細血管 = 於ケル血流速度ガイクラ速ヤクトモ Oxy-Hb ノ非常 = 速ヤイ解離ヲ起シ O₂ ハ活動筋 = 依リ充分利用サレ, スクテ O₂ 利用率ハ高マルモノデアルト思考サレル。

次 = 血壓トノ關係 = 就テハ Edgecombe 等ハソノ上昇ハ仕事量 = 依ル事ヲ記シ, Gillespie, Gibson 及ビ Murray 等モ負荷ノ大キサト共 = 上昇スル事ヲ認メ, 又 Liljestrang 及ビ Zander ハソノ上昇ト仕事量トハ比例スル事ヲ記シテ居ルガ, Moritz ハ血壓上昇ノ高サヲ決定スルモノハ仕事量デハナク疲勞ノ大キサデアルト述べ, 腕 = 依ル運動 = 引續キ手指 = 依ル運動ヲ課シ血壓ノ上昇ハ仕事量 = 依ラナイ事ヲ示シテ居ル(第4表)。特 = A = 於テハ手指 = 依ル運動ノ場合ガ腕 = 依ル運動ノ場合ヨリ血壓ノ上昇ハ大デアル。ソウシテ彼ハ實驗ノ結果ヨリ運動時ノ血壓曲線ヲ4型 = 分類シタ。即チ

1. 血壓曲線ハ比較ノ非常 = 輕イ, 全ク疲勞ヲ覺エナイ運動ノ場合 = ハ變化セズ, 從ツテ一直線ヲナス。

2. 適度ノ疲勞ノアル運動ノ場合 = ハ血壓ハ運動開始ト共 = 上昇シ, 運動中ハ同じ高サヲ保チ終ルト降下スル。

3. 強イ疲勞ノアル運動ノ場合 = ハ血壓ハ運動中間斷ナク上昇スル。

4. (2)ト(3)ノ合併シタモノガシバシバ現ハレ, 之ハ疲勞ノナ運動デハナイガ, 異常 = 長イ運動ノ場合 = 起ルトイフ。

スクテ彼ハ筋ノ恢復要求 = モカ、ハラズ, 運動ヲ續行サセテユク爲メ = 注意ガ向ケラレネバナラヌ程血壓ハマスマス上昇スルト述べ, 兎 = 角運動時ノ血壓上昇ハ精神作用 = 依リ左右サレル事ヲ信ジタ。又 Stricker, Kornfeld, 及ビ Masing 等モ運動時ノ血壓上昇 = 就テハ精神作用ヲ重視シタ。即チ Masing ハ被檢者ガ運動 = 慣レ、バ慣レル程, 又容易 = 感ズル程血壓ノ上昇ハ小サイ事ヲ認メ, Kornfeld ハ運動量ノミナラズ運動 = サシムケラレネバナラヌ注意力モ重

第 4 表 A

a				b			
	分	血 壓 mmHg	脈 搏 數 α/m		分	血 壓 mmHg	脈 搏 數 α/m
運 動 前	1	155	72		1	158	68
運 動 時	3	166	78		2	168	84
	5	173	90		3	178	84
	9	172	90		5	174	—
	10	175	84		6	180	—
	12	173	84		7	183	90
	13	171	90	216kgm	8	168	78
運 動 後	14	178	76		11	162	60

B

a				b				
	分	血 壓 mmHg	脈 搏 數 α/m		分	血 壓 mmHg	脈 搏 數 α/m	
運 動 前	1	133	64		1	127	68	
運 動 時	2	140	—		2	130	—	
	3	145	80		3	150	90	6.4kgm
	5	152	96		4	135	—	
	7	156	92		7	128	70	
	8	152	96	420kgm				
	運 動 後	9	140	76				
	12	128	68					
	16	129	60					

a) 腕ニヨル運動ノ場合。

b) aニ引續キ行ハレタル手指ニヨル運動ノ場合。

要デアルト記シテ居ルシ、Grebner 及ビ Grünbaum⁴⁴⁾ハ熟練者ノ方ガ未熟練者ヨリ仕事ガ同ジデアツテモ、血圧ノ上昇ガ小サイ事ヲ記シテ居ル。即チ一方ニハ血圧上昇ハ運動量ニ比例スルトイヒ、他方ニハ精神作用ヲ主ナルモノトシテ居ル。然ラバ精神作用ヲ除イタ不随意運動ノ場合ニハドウカトイフニ、Johanssonハ脊髓切断家兎ニ就テ後肢ニ5~10秒ノ休止期ヲオイテ15~20秒間持續スル強縮ヲ數分間起サセテ場合、28例中11mm上昇シタモノ1例、1~4mm上昇シタモノ4例、反対ニ2~3mm降下シタモノ3例、4~6mm降下シタモノ8例、9~15mm降下シタモノ10例デ結局此ノ場合血圧ノ降

下ヲ示スモノガ大半デアツタ。又 Tigerstedtハ脊髓切断家兎ニ於テ後肢ニ強縮ヲ起サセテ場合ノ分時量ノ増加15~88%ニ對シ血圧ハ12~90%ノ増加ヲ示シ、兩者互ニ平行スル事ヲ認メタ。又白石ハ頸髓切断犬ニ就テ兩脚ヲ他動的ニ動かシテ最大30mmノ上昇ヲ認メ、大腿筋ヲ直接刺戟シタ場合ニハ6~10mmノ上昇ヲ認メタ。即チ不随意運動ノ場合デモ血圧ノ上昇ハ認メラレル。今著者ノ成績ヲミルニ運動量ヲ測定シタ9例ニ就テハ第2表ニ示ス如ク運動量ト血圧トハ平行セズ、且ツ又血圧及ビ脈搏數測定時ノ1分間ノO₂消費量ヲ測定シ得タモノニ就テミテモ第3表ニ示ス如ク、O₂消費量ノ増加ト血圧

ノ上昇トハ平行セズ、更ニソノ上昇モ極メテ小サイ事ヲ知ル。即チ上記ノ如ク隨意運動ニ於テハ Edgcombe, Liljestrand 及ビ Zander 等ハ血壓上昇ハ仕事量ニ關係スル事ヲ記シ、且ツ又 Tigerstedt モ不隨意運動ヲ課シタ家兎ニ於テ血壓ノ上昇ト分時量ノ増加ガ平行スル事ヲ記シテ居ルガ、著者ノ場合ニハ運動量乃至 O_2 消費量ト血壓上昇トノ間ニハ密接ナ關係ハミラレナカッタ。又著者ノ成績ニミルガ如キカ、ハ小ナル血壓ノ變動ト運動量乃至 O_2 消費量ノ増加トヲ比較スル事ハ無理ト考ヘラレル。然シ乍ラ何レニシロ不隨意運動ノ場合ニハ血壓ノ上昇ハ隨意運動ノ場合ヨリ非常ニ小サイガ、Tigerstedt, 白石並ビニ著者ノ實驗ニ於テミラレルガ如キ精神作用ヲ除イタ運動ニ於テモ尙血壓ノ上昇ガ認めラレル事ハ確カデアル。次ニ運動中ノ血壓ノ變動デアルガ、著者ノ場合全部ガ運動開始ト共ニ血壓ノ降下ヲ示シタ。此ノ運動開始初期ノ血壓ノ降下ニ就テハ Tangel 及ビ Zuntz⁽⁴⁴⁾ (1898), Masing, 白石等モ記シテ居リ、Tangel 及ビ Zuntz ハ血管壁ノ擴張ガ速カニ起ル爲メ血壓ノ初期降下ガ起ルト述ベテ居ルガ著者モ同感デアアル。次ニ運動ヲ繼續スル事ニ依リ血壓ハ上昇スルガ、運動中ノ血壓曲線ノ變動ニ就テハ著者ノ實驗成績ヨリ既述ノ如ク3型ニ分類シ得タ。即チ1) 運動開始後急速ニ降下スルガ、次イデ次第ニ上昇シ、最高値ニ達シテカラハ略恒常ニ留マルモノ、2) 運動開始ト共ニ血壓ハ急速ニ降下スルガ、次イデ次第ニ上昇シ、最高値ニ達シテカラハ次第ニ降下スルモノ、3) 運動開始ト共ニ急速ニ降下スルガ、次イデ運動中逐次上昇スルモノ、」デアアル。Moritz ハ隨意運動ニ於テ4型ヲ分チ4型トモ運動中降下ヲ示サナイガ、Bowen ハ最高血壓ニ達シテカラハユツクリ降下スルト記シ、Edgcombe 等モ運動ガ脈搏數ヤ呼吸ノ増加ヲ刺戟スルニ不充分デアリ、且ツ弱イナラバ血壓ノ降下ガ運動中起ルト記シテ居ル。要スルニ運動中最高ニ達シテカラモ運動ガ適度ナラバ血壓ハソノマ、デアラウシ、弱マレバ降下スルノデアラウト思考サレル。次ニ運動

開始ト共ニ血壓ハ降下シタガ、ソレニ要スル時間ハ1.5~3秒デアツタ。一方白石ハ頸髓切斷犬ニ就テ兩脚運動ヲ他動的ニ起サセタ場合約4~8秒デアツタ。此ノ差異ハ著者ノ實驗ニ際シテハ後肢ノ運動ガ急速ニ始メラレタカラデアラウ。

次ニ運動時ノ脈搏數ノ變化ニ就テハ Boothby ハ O_2 消費量ニ比例スルトイヒ、Christensen モ概シテ仕事量ニ比例スル事ヲ示シ、又 Gillespie, Gibson 及ビ Murray 等モ仕事量ニ應ジ變化スル事ヲ記シテ居リ、Krogh 及ビ Lindhard ノ人體下肢筋ニ不隨意ニ強縮ヲ起サセタ實驗ニ於テモ、脈搏數ノ増加ト O_2 消費量増加トハ概シテ比例シテ居ルヲミル。然シ乍ラ額⁽⁴⁵⁾ハ最高脈搏數ソノモノノ大キサハ必ズシモ運動強度ニ比例シテ増加シナイト記シテ居ル。今著者ノ成績ヲ運動量ヲ測定シ得タ9例ニ就テミルニ第2表ニ示ス如クナリ、決シテ脈搏數ノ増加ハ運動量ノ増加ニ比例シテハ居ラズ、且ツ又 O_2 消費量トノ關係モ一定ノ關係ハミラレナイ。又 Buchanan⁽⁴⁶⁾ Krogh 及ビ Lindhard, Bowen, Gillespie 等ハ運動開始ト共ニ速カニ脈搏數ガ増加スル事ヲ記シテ居リ、Mansfeld⁽⁴⁷⁾ (1910) モ脊髓切斷犬ノ後肢ニ強縮ヲ起サセタ場合、2~3秒後ニハ可ナリノ促進ヲ認メタガ、Krogh 及ビ Lindhard ノ人體下肢筋強縮ノ實驗デハ、隨意運動ノ場合ノ如キ急激ナ増加ノ代リニユルヤカナ増加ヲ認メタ。又 Johansson ハ脊髓切斷家兎ノ後肢ニ強縮ヲ起サセタ場合、脈搏數ノ増加ハ強縮ト同時ニ起ラズ、30秒後ニ始メテ起ル事ヲ記シ、28例中増加シタモノ23例(30秒間ニ1~13回ノ増加)、減少シタモノ4例(30秒間ニ1回ノ減少)、變化ナキモノ1例デアツタ。著者ノ成績デハ運動開始直後1分以内ニ於テ殆ド全部減少シテ居リ、不變ノモノハ數例ニ過ギナイ。此ノ初期減少ハ末梢血管ノ急速ナル擴張ニ依ル末梢部ノ抵抗ノ急速ナル減弱ニ依リ來タモノト思ハレルガ、然シ乍ラ此ノ減少モ運動ノ經過ト共ニ増加ニ移行スルヲ認ム。要スルニ不隨意運動ニ於テモ僅少デハアルガ、脈搏數ハ増加スル。此ノ増

加 = 就テハ Johansson ハ筋活動 = 際シテ生ジタ代謝産物ノ作用デアルト述ベテ居ル。又以上 = 於テ述ベタ随意運動直後 = 於ケル脈搏數ノ増加ハ精神的ノモノデアラウト考ヘラレルガ、著者

ノ實驗成績 = ミラレル如ク脈搏數ガ運動 = ツレ増加シ乃至増加後恒常ヲ保ツ、乃至増加後減少スルトイフ事ハ、筋代謝産物ノ作用トミルガ穩當デアラウ。

結 論

家兎 = 於テ股神經ノ運動神經ヲ刺戟シ、後肢 = 不随意ノ律動運動ヲ起サセタ場合、

- 1) 動脈血 O_2 飽和度ハ減少シタモノモアルガ、増加シタモノガ多イ。
- 2) 靜脈血 O_2 飽和度ハ例外ナク減少シタ。
- 3) O_2 利用率ハ例外ナク高マツタ。
- 4) 分時量及ビ搏動量ノ増加ト1分間 O_2 消費量増加トノ比ハ個體的 = 可ナリ動搖スル。分時量ノ増加ハ脈搏數及ビ搏動量ノ増加ノ兩者相俟ツテ生ジタ。
- 5) 血壓ハ運動開始ト同時 = 降下シ次イデ上

昇スル。又血壓ノ上昇ト運動量乃至 O_2 消費量増加トノ間 = ハ何等一定ノ關係ハ見出サレ得ナイ。

6) 脈搏數ハ運動開始後一時減少スルガ其後増加スル。又脈搏數ノ増加ト運動量乃至 O_2 消費量ノ増加トノ間 = ハ何等一定ノ關係ハ見出サレ得ナイ。

(摺筆スルニ臨ミ終始御懇篤ナル御指導ト御校閲ヲ賜ハリシ恩師上野先生ニ謹シテ滿腔ノ感謝ヲ捧ゲ、又研究ニ際シ種々御便宜ヲ賜ハリシ恩師谷野先生ニ厚ク御禮申シ上グ、又靖國ノ御柱トナラレタ軍醫ノ兄上ニ此ノ一篇ヲ捧グ。)

文 獻

- 1) **Chauveau und Kaufmann:** zit. nach Tschwesky; Pflügers Arch. Bd. 97, S. 289, 1903.
- 2) **Zuntz und Hagemann:** zit. nach Tigerstedt; Physiology des kreislaufes 1922.
- 3) **Bornstein:** Pflügers Arch. Bd. 132, S. 307, 1910.
- 4) **Krogh and Lindhard:** Skand. Arch. Physiol. Bd. 27, S. 100, 1912.
- 5) **Lindhard:** Pflügers Arch. Bd. 161, S. 233, 1915.
- 6) **Boothby:** Amer. J. Physiol. Vol. 37, P. 399, 1915.
- 7) **Means and Newburg:** J. Pharmacol. Vol. 7, No. 4, P. 449, 1915.
- 8) **Lindhard and Liljestrand:** Skand. Arch. Physiol. Bd. 39, S. 65 und S. 215, 1920.
- 9) **Bock:** J. Physiol. Vol. 66, P. 136, 1928.
- 10) **Grollmann:** Amer. J. Physiol. Vol. 96, P. 8, 1931.
- 11) **Collet and Liljestrand:** Skand. Arch. Physiol. Bd. 45, S. 29, 1924.
- 12) **Tschwesky:** Pflügers Arch. Bd. 97, S. 289, 1903.
- 13) **Tigerstedt:** Skand. Arch. Physiol. Bd. 22, S. 115,

- 1909.
- 14) **Krogh and Lindhard:** J. Physiol. Vol. 51, P. 182, 1917.
- 15) **Rosenthal:** Arch. Anat. u. Physiol. S. 456, 1864.
- 16) **Geppert und Zuntz:** Pflügers Arch. Bd. 42, S. 195, 1888.
- 17) **Barcroft:** J. Physiol. Vol. 53, P. 450, 1919-20.
- 18) **Harrop:** J. exper. med. Vol. 30, P. 241, 1919.
- 19) **Himwich and Barr:** J. biol. Chem. Vol. 57, P. 363, 1923.
- 20) **Hasting:** zit. nach Himwich and Barr; J. biol. Chem. Vol. 57, P. 363, 1923.
- 21) **矢崎,** 日本循環器病學, 6卷, 5號, 167頁, 昭和15年.
- 22) **Verzär:** J. Physiol. Vol. 44, P. 243, 1912.
- 23) **Edgecombe:** J. Physiol. Vol. 24, P. 48, 1899.
- 24) **Liljestrand and Zander:** Z. exper. Med. Bd. 59, S. 105, 1928.
- 25) **Gillespie, Gibson and Murray:** Heart Vol. 12, P. 1, 1925-26.
- 26) **Christensen:** Arb. Physiol. Bd. 4, S. 453, 1931.
- 27) **Moritz:** Arch. kl. Med. Bd. 77, S. 339,

1903. 28) **Stricker**: zit. nach Deutsch und Rauf; Z. exper. Med. Bd. 32, S. 197, 1923. 29) **Kornfeld**: zit. nach Moritz; Arch. kl. Med. Bd. 77, S. 339, 1903. 30) **Masing**: Arch. kl. Med. Bd. 74, S. 253, 1902. 31) **Bowen**: Amer. J. Physiol. Vol. 5, P. 20, 1895. 32) 北村外 2 名, 日本生理學雜誌, 2 卷, 2 號, 82 頁, 昭和 12 年. 33) **Van Leersum**: Pflügers Arch. Bd. 142, S. 377, 1911. 34) **Dominguez**: J. exper. Med. Vol. 46, P. 443, 1927. 35) 賴尚和外 2 名, 日本內科學會雜誌, 19 卷, 856 頁, 昭和 6 年. 36) **Johansson**: Skand. Arch. Physiol. Bd. 5, S. 20, 1895. 37) 白石, 體育研究, 1 卷, 20 頁及ビ 428 頁, 昭和 8 年. 38) **Fick**: zit. nach Christensen; Arb. Physiol. Bd. 4, S. 175, 1931. 39) **Barcroft**: The Respiratory Function of the Blood 1914. 40) **Haldane**: Methods of Air Analysis 1920. 41) **M. Krogh**: J. Physiol. Vol. 49, P. 271, 1914-15. 42) **Bainbridge**: The Physiology of Muscular Exercise 1919. 43) **Grebner und Grünbaum**: zit. nach Masing; Arch. kl. Med. Bd. 74, S. 253, 1902. 44) **Tangel und Zuntz**: Pflügers Arch. Bd. 70, S. 544, 1898. 45) 額, 醫學と生理學, 3 卷, 11 號, 364 頁, 昭和 18 年. 46) **Buchanan**: zit. nach Krogh and Lindhard; J. Physiol. Vol. 57, P. 112, 1913. 47) **Mansfeld**: Pflügers Arch. Bd. 134, S. 598, 1910.