

114.

612.395.12.275.11

低 圧 ト 炭 酸 瓦 斯 加 空 氣 吸 入 ガ 筋 仕 事 ニ 及 ボ ス 影 響 ニ 就 テ

岡山醫科大學生理學教室（主任生沼教授）

醫 學 士 前 田 哲 夫

〔昭和 12 年 2 月 20 日受稿〕

*Aus dem Physiologischen Institut der Medizinischen Fakultät Okayama.**(Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma)*

Einfluss der Inhalation von CO₂-haltiger Luft auf die Muskulararbeit unter vermindertem Druck.

Von

Dr. Tetuo Maeta.

Eingegangen am 20. Februar 1937.

Verfasser beobachtete den Einfluss der Inhalation von mit Kohlensäure vermischter Luft auf die Muskulararbeit unter vermindertem Druck. Die Versuchspersonen arbeiteten am Räderergometer im Unterdruckzylinder. Bei Unterdruck (450 mm. Hg.) wird die O₂-aufnahme während der Arbeit geringer als unter normalem Atmosphärendruck, und die Arbeitsdauer bis zur Erschöpfung. Falls die Muskulararbeit bei Unterdruck mit Inhalation von CO₂-haltiger Luft (1—2 Vol-% CO₂) fortgeführt wird, so kann man länger arbeiten als ohne Inhalation. Die Sauerstoff- Aufnahme und CO₂-Abgabe nimmt pro Minute zu, der respiratorische Quotient bleibt jedoch immer ein. (*Autoreferat*)

目 次

I 結 言

II 實驗設備ト實驗方法

- A. 1) 「低壓タンク」ノ構造
2) 「低壓タンク」ノ性能

3) 「低壓タンク」ノ備品ト溫度調節

4) 實驗時ノ「タンク」外勤者ノ任務

B. 1) Ergobicycle ニ就テ

2) 炭酸瓦斯加空氣吸入方法

3) Ergobicycle ヲ用ヒテノ實驗方法

- C. 1) 炭酸瓦斯加空気の製法
- 2) 瓦斯の分析
- 3) 瓦斯容積の定量
- 4) 酸素攝取量と炭酸瓦斯排出量の計算
- 5) 仕事量の計算方法

III 實驗成績

IV 實驗時の臨牀症狀ニ就テ

V 考 案

VI 結 論

I 緒 言

吸氣の酸素分壓低下は當然血液の酸素缺乏ヲ誘起スル。Anoxaemiaニ依テモ呼吸中樞ハ刺激サレルガ、併シ乍ラ、其ノ程度ハ吸氣中ノ炭酸瓦斯過剰ニハ及バナイコトハ既ニ成書ニ明カデアル。例ヘバ空氣中炭酸瓦斯量が増加スルコトナクシテ、漸次酸素量ヲ減少スル時ハ、人ハ酸素ガ13%ニマデ低下スルマデハ殆ド呼吸運動ニ變化ヲ起サズ不快ヲ訴ヘ無イ。10—12%ニ低下スルト始メテ不快ヲ訴ヘ、呼吸ハ促進シテクル。Heymans 竝ニ其ノ門下ハ、犬デ頸動脈竇ヲ過剰ノ炭酸瓦斯ヲ含む血液或ハ酸素ノ缺乏セル血液即チ Asphyxial bloodヲ以テ灌流スル事ニ依テ呼吸促進シ、炭酸瓦斯ノ缺乏セル血液ヲ以テ灌流スルコトニ依ツテ無呼吸ノ惹起スルコトヲ報告シ、Selladurai 等ハ血中ノ過剰ノ酸素ハ呼吸中樞ノ興奮性ノ減退スルコトヲ實驗シタ。Smith, Bean, Haldane 等ハ空氣中過剰ノ酸素ヲ含有サレル時ハ動物ノ呼吸ハ却ツテ惡影響ヲ受ケルコトヲ記述シタ。Haldaneニ依レバ、空氣中炭酸瓦斯ガ2%ニ増加スレバ、呼吸ノ深サハ30%増加シ、肺換氣ハ50%促進スルト。

又反對ニ肺胞氣炭酸瓦斯ガ0.2%丈減少スル時ハ無呼吸ヲ起ストイフ。

所謂高山病ノ發生ハ酸素分壓ノ減少ニ關係スルコトハ勿論デアルガ、一方滞在時間或ハ個人的差異ニ影響サレルガ發生原因ニハAnoxaemiaガ重大ナ意義ヲ持ツテキルコトハ勿論デアル。而シテ高山病デハ、呼吸ハ促進シ且淺表デ屢々、コトニ夜間ニ於テ、所謂Cheyne-Stocke氏型呼吸ヲ惹起シテキル。コノ事ハ呼吸中樞ノ興奮性ノ減退ヲ示ス。

從來、高山病ノ治療ニハ酸素加空氣吸入ノミガ行ハレタ。事實高山病ニハAnoxaemiaガアルガ、併シ乍ラ、空氣中炭酸瓦斯分壓ノ減少ニ依ル血液中炭酸瓦斯缺乏(acapnie)ニ基ヅク呼吸中樞ノ興奮性ノ減退が見ラレ、從ツテコノAnoxaemia治療ニハ酸素加空氣呼吸ノ代リニ炭酸瓦斯加空氣ノ吸入ヲ選ビ呼吸ヲ促進セシメテ肺胞氣酸素分壓ヲ増大シテ治療スベキデアル。

生沼教授ハ富士山頂ニ於テ高山病症狀ハ、酸素加空氣吸入ハ無效デアツテ炭酸瓦斯加空氣吸入ニヨリ輕快スルコトヲ實驗サレ、ツヅイテ私等ハ生沼教授ノ御指導ノ下ニ、一氣壓下デ犬ニN₂加空氣ヲ吸入セシメ更ニ該氣體中ニ炭酸瓦斯ヲ増加スル時ハ動脈血液中ノ酸素量ハ急激ニ増加スルコトヲ實驗シタ。更ニ進ンデ低氣壓室内デ人ニ就テ實驗シ、氣壓ガ凡ソ $\frac{1}{2}$ 丈ケ減少シタ頃ヨリ所謂高山病症狀ヲ現シ、450 mm Hgデハ動脈血中酸素及ビ炭酸瓦斯量ハ一氣壓ニ於ケルヨリ減少シ、炭酸瓦斯加空氣ノ吸入ニ依ツテ、呼吸ハ促進シ高山病症狀ハ輕快シ、動脈血中酸素及ビ炭酸瓦斯ノ増加ヲ來シテキルコトヲ知ツタ。

筋肉労働ノ「エネルギー源」ハ含水炭素デアリ疲労ノ原因ハ「エネルギー源」ノ減少ト其ノ分解産物ノ蓄積デアル。分解産物ハ乳酸デアリコレノ除去ハ疲労快復ニ最も重大ナ意義ヲ以テキル。コノ目的ニハ必要ニシテ充分ナ酸素ノ供給ヲ要スル。又高山病デハ血液中炭酸瓦斯量ガ減少シ、之ハ血液ノ P_H ノ減少ニアヅカリ、血液中 P_H ノ減少ト酸素ノ缺乏トハ共ニ筋ノ労働能力ヲ低下セシメル。

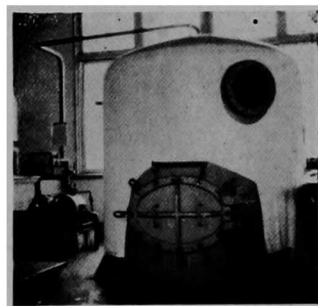
低氣壓下デ炭酸瓦斯加空氣吸入ハ血中酸素ノ増加ト P_H ノ回復ニアヅカリ、其ノタメ低氣壓下ニ於ケル労働能力ヲ増進スルデアラウト考ヘテ次ノ實驗ヲ行ツタ。

II 實驗設備ト實驗方法

A. 1) 「低壓タンク」ハ生沼教授ノ設計ニナリ。形ハ圓筒狀ヲナシ、上壁及ビ下壁ハ内外壓力ノ差ニ抵抗スル爲丸味ヲモタセテアル。高サハ2.2 m、内徑ハ1.7 m、全鋼鐵製デアル。壁ノ厚サハ1 cmニシテ側壁ニハ直徑29 cmノ「ガラス窓」ト長徑58 cm 横徑40 cmノ出入口アリ、若シ其ノ出入口ヲ密閉スル時ハ完全ニ2本ノ通氣管ニ依ツテノミ内外ノ空氣ヲ交通ス。通氣管ノ1ツハ送氣管デ側壁ヲ貫通シ「タンク」内デハ側壁ニ沿フテ下行シ床面デ開口シ、途中1箇ノ活栓ヲ持ツ。外方ハ「ゴム」製ノ長キ蛇管ニ連結シ、蛇管ハ水中ニ通過ス。1箇ハ吸氣管デ上壁中央ヲ貫通シ、内方ニハ開口ガ哆開シタ「ラッパ」狀裝置ニ移行ス。外方ハ伸ビテ、2馬力ノ誘導電動機ヲ以テ廻轉スル「ロータリーポンプ」ニ接續ス。「ポンプ」ノ上方デ1箇ノ活栓ヲ備ヘ、更ニ其ノ上方ニ1本ノ側枝管ヲ持テ之ニモ活栓ヲ備フ。尙ホ上壁ニハ更ニ1本ノ細管ガ突出シ、之ハVacuum gaugeニ連結ス。通氣管ノ内徑ハ夫々4 cmデアル。下壁中央ヨリ35 cmノ所

ニハ木製ノ床ヲ張り、送氣管開口ノ部デ直徑9 cmノ孔ヲ作ル。尙ホ側壁ニハ3對ノ絶縁セル導子ガ貫通シ電燈、扇風機、電話機、或ハ其ノ他ノ實驗機械ト「タンク」外ノ電源トヲ結ブコトヲ得。

「低壓タンク」外形



2) 出入口ノ密閉、3箇ノ活栓ノ適當ナ開閉、蛇管開口部ノ大サノ加減及ビ「ロータリーポンプ」ノ運轉ニ依ツテ常ニ換氣ヲ行ヒツツ、任意ニ「タンク」内氣壓ノ低下、一定低氣壓ノ保持並ニ復壓ヲ行フコトガ出來ル。

3) 「低壓タンク」内ニハ、水銀寒暖計、水銀氣壓計、扇風機ヲ夫々1箇備フ。水銀寒暖計ハ窓ヲ通シテ外方ヨリ見得ル様ニ位置ス。尙ホ其ノ他ニ電話及ビ机ト椅子ヲ備フ。机ハ絃ノ長サガ1.4 mアル前方ハ側壁ニ密接スルD字形ノモノデアル。尙ホ實驗ノ種類ニヨリテ種々ノ裝置ヲ出入レスルコトハ言フマデモナイ。「低壓タンク」ハ外部ハ木綿製白上衣ヲ以テ覆ハレ、夏季ニ於テハ之ニ冷水ヲカケ更ニ扇風機デ煽イデ「タンク」内溫度ヲ調節シ實驗者ヲ不快カラ避ケシメル。尙ホ「タンク」内溫度ハ通氣蛇管ヲ浸シタ水ノ溫度ヲ變化セシメテ調節スルコトヲ得ル。以上ト「タンク」内氣壓ノ低下ハ「タンク」内溫度ヲ下降セシメ、尙ホ氣壓ノ低下ハ汗ノ蒸發ヲ盛ンナラシメ、盛夏ノ頃デモ溫度ハ常ニ外部ヨリ逆カニ下降シテキテ暑サカラノ不快ハ殆ド全クナイ。

4) 「低壓タンク」内実験デハ、少クとも2名以上ノ外勤者ノ援助ガ必要デアル。其ノ内1名ハ出入口ノ開閉、内外ノ通信、「タンク」内実験者ノ状態ノ観察、室内温度ノ調節ニ當ル。他ハ「タンク」内実験者ノ注文ニ從ツテ Vacuum gauge ヲ注視シテ、「ロータリーポンプ」ヲ廻轉シテ活栓ヲ開閉シ「タンク」内氣壓ノ低下、一定低氣壓ノ保持復壓、換氣等ヲ司ドル。

5) 「低壓タンク」内外ノ通信ハ電話、筆談、手眞似竝ニ鐵壁ノ約束ニヨル敲キトデアル。其ノ内私等ガ好ソデ用ヒタノハ筆談ト手眞似デアツテ電話ハ空氣ノ稀薄ノ爲メ難ニ惡クナルト面倒ナタメ殆ド利用サレナイ。

B. 私ハ Ergobicycle ヲ使用シテ、低壓ガ筋肉労働ニ及ボス影響ト低壓下筋肉労働ニ及ボス炭酸瓦斯加空氣吸入ノ影響ヲ研究シタ。

1) Ergobicycle ハ「低壓タンク」内デ組立テタ。後車輪ハ鐵製デ周圍ハ1.25 cm デアル。車輪ニハ「革製ベルト」ヲ掛ケ「ベルト」ノ兩端ハ鐵線ヲ結び着ケ、鐵線夫々滑車ヲ利用シテ垂直ニタレタ鐵製彈性螺旋ニ連結ス。螺旋ハ常ニ一定ノ緊張ヲ持タセテアル。車輪ノ廻轉數ハ「チューン」ニ取り付ケラレタ自動廻轉數標示器ニ表ハレル。

2) 炭酸瓦斯吸入方法ハ以前炭酸瓦斯加空氣ガ低壓下デ血液瓦斯ニ及ボス影響ヲ研究スル時ニ用ヒタノト同ジデアル。即チ炭酸瓦斯加空氣ヲ以テ滿シタ Douglas 氏囊ヲ3方活栓ヲ以テ生沼式炭酸瓦斯加空氣吸入装置ニ附屬シタ「瓦斯マスク」ノ吸氣管ニ連結シ、「瓦斯マスク」ノ呼氣管ハ又3方活栓ヲ介シテ Douglas 氏囊ニ連結ス。

3) 私ノ行ツタ Ergobicycle ノ實驗ヲ3種ニ分ツコトガ出來ル。即チ其ノ1ハ1氣壓デ一定ノ速度ヲ以テ成シ得ル仕事ノ量ノ測定、其ノ2ハ一定低氣壓下デ同一ノ速度ヲ以テナシ得ル仕事ノ量及ビ實驗者ノナシ得ル全仕事量、其ノ3ハ一定

氣壓下デナス仕事量ニ及ボス炭酸瓦斯加空氣吸入ノ及ボス影響デアル。前3種ノ研究實驗ノ手順ヲ次ニ述ベル。

a) 1氣壓下デ Ergobicycle ニ乗リ助手ノ援助ニヨリ室内空氣ヲ呼吸シ得ル様ニ3方活栓ヲ廻轉シ、呼氣モ亦放逐サレル様ニ3方活栓ヲ廻轉シタ後「瓦斯マスク」ヲ空氣ノモレナイ様ニ着用ス。數分間休息ス。次デ Metronom ノ音ヲ聞キツツ、其ノ指針ノ運動ニ合セテ、兩脚ガ夫々1分間60回仕事ヲスル様ニ律動的ニ Ergobicycle ヲ廻轉シ仕事ヲ始メテヨリ凡ソ30秒例ヘバ即チ右脚ヨリ始メテ右脚ガ30回仕事ヲシ終ツテカラ助手ハ3方活栓ヲ廻轉シテ1分間ダケ呼氣ヲ集メル。兩脚ガ律動的運動ヲ始メテナシ得ナクナルマデノ時間ヲ計ツテ實驗ヲ中止シ、最後ニ車輪ノ廻轉數ヲ讀ム。

b) 檢者竝ニ助手ガ「低壓タンク」内ニ入り實驗器具ガ備ツタ時ハ内部ヨリノ合圖ニ依リ外勤者ハ出入口ヲ完全ニ密閉シ、活栓ヲ調節シツツ「ロータリーポンプ」ヲ廻轉シテ「タンク」内氣壓ヲ減ズ。15分—17分デ450 mm Hgニ達シタル後、活栓ヲ調節シテ充分換氣ヲ行ヒツツ該氣壓ヲ正確ニ保持ス。實驗者ハ數分間休息シタ後、Ergobicycle ニ乗ル。前記同様ニ「瓦斯マスク」ヲ着用ス。5—6分休息ス。前記同様ノ仕事ヲ始メ、且同様ニ呼氣ヲ採集ス。助手ハ更ニ律動的運動ガ續クマデノ時間ヲ計リ、一方檢者ハ參考ノタメ始メヨリ律動的運動ガ始メテナシ得ザルニ至ルマデノ右脚ノ運動數ヲ數ヘル。コノ實驗ニ於テハ試験者ハ尙ホ實驗ヲ中止スルコト無ク、兩脚ガ動ク限り指針ノ動キト共ニ運動スル様ニ努力シテ仕事ヲツツケ、途ニ全ク労働不能ニ至ツテ實驗ハ終ル。助手ハ全仕事時間ヲ計リ且車輪ノ廻轉數ヲ讀ム。次デ復壓。復壓ニハ通常17分—27分ヲ要ス。

c) b)ニ於ケルト同様乗車、「瓦斯マスク」着用後數分間休息。3方活栓ヲ廻轉シテ炭酸瓦斯加

空氣ヲ10呼吸シタ後、尙ホ炭酸瓦斯加空氣ヲ吸入シツツ前記同様仕事ヲ始メル。以下ハb)ニ於ケルト全ク同様デアル。

d) 検者ハ乗車後、一定ノ姿勢ヲ保ツコトニ努メ、實驗中ハ努メテ、タトヘ苦シクモ最後マデMetronomノ動キト共ニ律動的ニ仕事ヲスル様ニシタ。

4) 實驗者ハ28歳ノ疾患ノ無イ男子1名デアルガ、體格ハ強壯ト云ヒ難イ。榮養中等、實驗中ハ常ニ健康ニ留意シ、心身ノ過勞ヲサケ、榮養ニ注意シタ。實驗日ニ朝食トシテ、白飯約250g、雞卵2箇並ニ漬物少量ト牛乳1合ヲ攝取シ、實驗ハ食後毎常約3時間デ開始サレタ。本實驗ハ心身共ニ苦痛ト甚メシイ疲勞ヲ伴フカラ最も心身ノ狀態ノヨイ日ニ行ヒ且又1週2回以上ハ決シテ行ハナイコトトシタ。

C. 1) 炭酸瓦斯加空氣ハ次ノ如クシテ作ル。即チDouglas氏囊ニ一定量ノ壓搾空氣ヲ吹キ込ミ更ニ市販ノ「ボンベ」ヨリ炭酸瓦斯ヲ一定量ヲ吹キ込ミ、之ガ充分混和サレルヲ待ツテ、勞研式瓦斯分析器ヲ以テ酸素ト炭酸瓦斯ノ混合割合(容積%)ヲ豫メ求メテ置タ。

2) 實驗ヲ採集シタDouglas氏囊中ノ呼吸ハ勞研式瓦斯分析器デ分析シテ其ノ中ニ含マレタ酸素及ビ炭酸瓦斯ノ容積百分率ヲ求ム。

3) 實驗中ニ採集シタDouglas氏囊内ノ呼吸ハGesmesserヲ利用シテ一氣壓下デ其ノ容積ヲ求メ之ヲ更ニ一氣壓0°Cノ値ニ換算スル。

4) 1分間ニ攝取シタ酸素量並ニ炭酸瓦斯量ハ空氣ヲ呼吸シテ實驗シタ場合ニハ(2)デ得タル値) - [空氣中ノ酸素或ハ炭酸瓦斯百分率]ト(3)デ得タル値)トノ積デアル又炭酸瓦斯加空氣ヲ呼吸シタ場合ニハ、其ノ[實驗後2)デ得タル値] - [其ノ實驗デ1)デ得タル値]ト[其ノ時ノ3)デ得タル値]トノ積トシテ求メラレル。

5) Ergobicycleノ車輪ガ廻轉スルト彈性螺旋ノ一方ハ伸ビ一方ハ短縮スル。其ノ時ノ伸ビハ4.85 kgノ重リヲカケタ時ニ相當スル。車輪ノ周ハ1.25 mデアルカラ、車輪ヲ1廻轉スル時ハ6.0625 km kgトナル。從テ私ガ1回ノ實驗デ成シ得タル全仕事量ハ[6.0625 × 車輪ノ廻轉數]トシテ得ラレル。又私ノ兩脚ガ律動的ノ仕事ヲナシテキタ間ノ仕事ハ、[其ノ間ノ車輪ノ廻轉數] × 6.0625 kg mトシテ得ラレル。

III 實驗成績

以上ノ實驗デ得タル値ヲ標示スルト次ノ如シ。但シIII例デハ4'以後ハ3分活栓ヲ廻轉シテ普通空氣ヲ呼吸シテ仕事ヲツツケタ。IV例デハ4'15"以後ハ同様ニ普通空氣ヲ呼吸シタ。

第I表 實驗成績一覽表

例	氣 壓 (mm Hg)	吸 氣 (容積%)	1分間ニ採取シ タO ₂ 量並ニ排 出シタCO ₂ 量 1氣壓0°C L)	規則正シク ナシ得タル仕 事時間 (分〃秒)	規則正シクナ シ得タル仕事 (kg×m)	全仕事 時間 (分〃秒)	全仕事量 (kg×m)	仕事中ノ 最高溫度 (°C)
I	450	CO ₂ 0.05	CO ₂ 1.196	2'27"	1782.37	3'29"	2030.938	27.2
		O ₂ 20.95	O ₂ 1.199					
II	450	CO ₂ 0.05	CO ₂ 1.23	2'38"	1915.75	3'35"	2126.438	27.
		O ₂ 20.95	O ₂ 1.235					
III	450	CO ₂ 1.6	CO ₂ 1.343	3'20"	2425.0	4'25"	2600.813	23.2
		O ₂ 20.25	O ₂ 1.338					
IV	450	CO ₂ 1.87	CO ₂ 1.296	3'14"	2300.75	4'38"	3097.938	26.5
		O ₂ 19.98	O ₂ 1.296					
V	760	CO ₂ 0.05	CO ₂ 1.549	4'80"	3007.0	—	—	29.
		O ₂ 20.95	O ₂ 1.532					
VI	760	CO ₂ 0.03	CO ₂ 1.529	3'50"	2788.75	—	—	28.5
		O ₂ 20.95	O ₂ 1.549					

IV 實驗時ノ臨牀症狀ニ就テ

私ハ出來得ル限り律動的運動ニ努メタ。併シ時間ノ進ムト共ニ、下腿ニコトニ膝關節ノ上部ニ疲勞感ヲ覺エ、ツイデ硬直感ヲ感ジ、遂ニ律動的運動ハ不可能トナル。尙ホ努メテ運動スルトキハ、下腿ニハ疼痛ヲ伴フニ至リ、遂ニ疼痛性强直感デ運動ハ全ク不可能トナル。呼吸ハ切迫シ心忪ハ極度ニ亢進ス。運動不可能トナレバ蠅視アリ、Metronom ハ霞ンデ見エ、眼瞼ヲ閉デルト白熱シタ不規則ナ大渦卷ヲ感ジ、騒音ハ遠方ニ聞エル。カカル時ハ私ハ餘リ苦痛ヲ覺エナイガ、シバラクスルト、激烈ナ頭痛ト惡心竝ニ下腿ノ堪ヘ難イ程ノ不快ナ疼痛性疲勞感ニ苦シム。實驗後、其ノ爲長ク乗車シタママ休息シナケレバナラナイ。又タトヘ下車シヤウトシテモ兩脚ハ動かカステメニ更ニ激シイ痛ミヲ感ジ動カシ得ナイノガ常デアツタ。疼痛ハ運動コトニ兩脚ヲ膝關節デ伸展スル時膝關節ノ上部ニ激シク感ズル。以上ノ症狀ハ時間ノ經過コトニ復壓ニヨリテ漸次回復スル。全身ノ疲勞感及ビ兩脚ノ倦怠感ハ尙ホ 24 時ハ殘ル。疼痛性强直感ハ實驗後 20 分デ輕快ス。

V 考 案

高山ニ於テ筋勞働能力ノ減退スルコトハ登山者ニ依リ經驗サレ、一方又多クノ學者ニ依リ記述サレタ。又實驗室内デハ「低壓タンク」ノ利用ニ依リ、低氣壓ガ筋勞働能力ヲ低下セシメルコトハ屢々繰リ返ヘシテ實驗サレ、之ハ體內殊ニ勞働筋ニ於ケル著明ナ酸素缺乏ニ起因スルモノト説明サレタ。私ハコノ實驗ヲ終了シタ頃、Hohwü, Nielsen 等ノ報告ニ接シタ。彼等ハ同様ニ「低壓タンク」ヲ利用シ、Mosso ノ Fingerergograph, Hill, Rad ヲ使用シテ低氣壓ガ仕事能力ニ及ボス影響ヲ實驗

シ、低氣壓下デモ仕事能力ハ低下スルモノニ非ズトイフ結論ヲ得、最後ニカツテ多クノ學者ニ依リ經驗サレタ低氣壓下ニ於ケル仕事能力ノ低下ハ酸素分壓低下ガ筋ニ及ボシタ影響デハアルマイト論ジテキル。併シ乍ラ緒言中ニモ述べタ様ニ、私等ハ既ニ低壓下ニ於テ安靜ナ状態ニアル時、正常ナ空氣ヲ呼吸シテキル場合ニ比ベテ炭酸瓦斯加空氣ノ吸入ヲ行ヘバ、肺胞氣中酸素ノ増加ヲ來シ、ソレト竝行シテ動脈血中ノ酸素含有量ノ増加ヲ來ス事ヲ數人ノ人ニ就テ確メ得、又犬ニ就テ平壓時酸素分壓ノ低イ空氣吸入ノ際ニモ之ニ炭酸瓦斯ヲ少量加ヘテヤルト動脈血中ノ酸素含有量ノ増加ヲ來スコトヲ實驗的ニ證明シテキル。此實驗カラ考ヘテモ彼等ノ成績ガ正シイトハ考ヘ得ラレナシイ、又事實、多クノ「低壓タンク」内ノ實驗中ノ臨牀觀察及ビ私ノコノ度ノ實驗成績カラモ「然ラズ」ト云ヘル。

疲勞ノ原因ハ言フマデモナク、筋收縮ノ「エネルギー源」ノ減少ト筋興奮產物殊ニ乳酸ノ蓄積ニ求ムベキデアツテ、コトニ後者ガ重大ナ役目ヲナシテキル。疲勞ノ恢復ハ從ツテ疲勞物質タル乳酸ノ除去ニ依ツテ速カニ行ハレル。乳酸除去ガ速カデアレバソレダケ疲勞ハ速カニ恢復シ勞働能力ハ増進スル筈デアル。乳酸除去ニ必要ナコトハ充分ナ酸素ノ供給デアツテ、從ツテ充分ニ酸素ガ供給サレル時ハソレダケ疲勞物質ハ速カニ除去サレ、勞働能力ハ増進スル。其處デ私ハ仕事中心酸素ノ攝取量ノ増減ハ其ノ時ノ仕事量ニ關係シテクルト考ヘル。

第1表カラ次ノ事ガ分ル。急速ニ規則正シク律動的ニ成シ得ル仕事ノ量ハ低氣壓下デハ

1 氣壓下ニ於ケルヨリ減少シテキル。而シテ
 工作中 1 分間ニ攝取スル O_2 量モ低氣壓下デ
 ハ 1 氣壓下ニ於ケルヨリ減少シテキル。低氣
 壓下デモ仕事ノ初期ニ炭酸瓦斯加空氣ヲ呼吸スル
 ト工作中 1 分間ニ攝取スル O_2 量ハ増加シ、
 又律動的ナ急速ニ行ハレル仕事ノ量モ増加ス
 ル。又低氣壓下デ急速ニ成シ得ル全仕事量モ
 炭酸瓦斯加空氣吸入ニヨツテ増加スル。1 氣
 壓下デモ又低氣壓下デモ工作中ハ呼吸商ハ常
 ニ 1 デアツテ低氣壓下デ炭酸瓦斯加空氣ヲ吸
 入シテ仕事ヲシテモ呼吸商ニ變化ハ無イ。呼
 吸商ニ變化ナクシテ酸素攝取量ノ増減セルハ
 其ノ時ニ於ケル體內酸化ノ強弱ヲ意味ス。今
 第 1 表ニ於ケル工作中 1 分間ノ酸素攝取量、
 仕事量等ヲ I ト II, III ト IV, V ト VI トデ
 平均スルト第 2 表ノ如ク示サレル。

私ノ實驗デモ第 2 表デ分ル様ニ 450 mm Hg
 下デハ 760 mm Hg ニ比シ酸素攝取量ハ
 1.54 L カラ 1.217 L ニ低下シテキル。ソシテ
 仕事ノ量モ從ツテ 2897.9 kg. m カラ 1844.1
 kg. m ニ減少シテキル。450 mm Hg 下デモ
 炭酸瓦斯加空氣吸入ニヨツテ酸素攝取量ハ
 1.217 L カラ 1.318 L ニ増加シ律動的の仕事ハ
 1844.1 kgm カラ 2362.9 kgm ニ増加シ全仕事
 量モ又増加シテキル。

第 2 表 正常壓及ビ低壓下ニ於ケル仕事量
 及ビ酸素攝取量ノ比較表

例	氣 壓 mm Hg	1分間ニ攝取 シタ O_2 量 (1 氣壓 0°C L)	律動的ニ ナシ得タ 仕事量 (kg × m)	全仕事量 (kg × m)
I	450	O_2 1.217	1844.1	2078.7
II	450	O_2 1.318	2362.9	2849.3
III	760	O_2 1.54	2897.9	—

第 3 表

例	吸入氣	氣壓	O_2	律動的 仕事量	全仕事量
I	空氣吸入	450	0.9	0.8	0.7
II	CO_2 加空氣 吸入	450	1	1	1
III	空氣吸入	760	1.18	1.22	/

以上ヲ分リ易クスルタメ、第 2 表ニ於ケル
 低氣壓下デ炭酸瓦斯加空氣吸入ヲ行ヒツツ、
 仕事ヲスル場合ノ酸素攝取量及ビ其ノ時ノ仕
 事ヲ假リニ 1 ト定メルト第 2 表ハ第 3 表ノ如
 ク書キアラタメラレル。

臨牀症狀デ私ヲ最モ苦シメタノハ下腿ノ疲
 勞感コトニ疼痛性强直感デアツテ、私ニ遂ニ
 運動ヲ中止セシメタノモ疼痛性强直感デアツ
 タ。コノ強直感ハ比較的速ニ運動中止ト氣壓
 ノ恢復ニ依ツテ輕快シタ。コノ症狀ハ無論使
 用筋肉内ニ酸素ノ供給ガ不充分デ乳酸ガ多量
 蓄積シタモノトシテ解釋サレル。

VI 結 論

以上ヲ要約スルト次ノ如ク言ヒ得ル。

一定筋労働ヲ一定急速度デ行フ場合ニ低氣
 壓下デハ 1 氣壓下ニ於ケルヨリ、酸素攝取量
 ト仕事能力ハ低下シ、炭酸瓦斯加空氣吸入ニ
 依ツテ共ニ増大ス。呼吸商ハ常ニ 1 デアル。

稿ヲ終ルニ當リ御懇切ナ御指導ト御校閲ヲ
 賜ハリシ恩師生沼教授並ニ實驗ニ當リ常ニ御
 助言ト御援助ヲ賜ハリシ林助教授、小坂講師
 並ニ教室員各位ニ深謝ノ意ヲ表ス。

文 献

- 1) *E. Hokwii Christian* u. *Holger Nielsen*, Skand. Arch. f. Physiol., 74, 272, 1936. 2) *E. Hokwii Christian* u. *August Krogh*, Ebenda, 73, 145, 1936. 3) *Marius Nielsen*, Ebenda, 73, 87, 1936. 4) *Haldane* and *Ivon Graham*, Methods of air analysis, 1935. 5) *Lovatt Evans*, Starlings principles of human physiol. 6th edition, 1933. 6) *Selladural* and *Wright*, Q. J. Exp. Physiol., 22, 233, 1932. 7) *Heymans*, *Bouckaert*, *Dautnebande*, Pflügers Arch., 230, 283, 1932. 8) *Heymans* and *Bouckaert*, J. of Physiol., 69, 254, 1930. 9) *Margaria*, Arbeitsphysiologie, 2, 261, 1929, (Z. N. 1.) 10) *Haldane*, *Lorrain Smith*, J. of Physiol., 22, 231, 1899. 11) *Hadlane* and *Priestley*, J. of Physiol., 32, 225, 1905. 12) *Boycott* and *Haldane*, J. of Physiol., 37, 355, 1908. 13) *Hill*, J. of Physiol., 55, 19, 1922. 14) *Elletcher*, J. of Physiol., 28, 274, 1902, (Z. N. 1.)

