

氏 名 (本 籍)	姜 熙 成 (韓 国)
学 位 の 種 類	教 育 学 博 士
学 位 記 番 号	博 甲 第 497 号
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 63 年 1 月 31 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
審 査 研 究 科	体 育 科 学 研 究 所
学 位 論 文 題 目	“運動時の肺換気動態に関する研究”
主 査	筑波大学教授 医学博士 池 上 晴 夫
副 査	筑波大学教授 医学博士 浅 見 高 明
副 査	筑波大学教授 医学博士 佐 々 木 雄 二
副 査	筑波大学助教授 医学博士 浅 野 勝 己
副 査	筑波大学助教授 吉 野 公 喜

論 文 の 要 旨

(1) 研究目的

気道の閉塞動態を中心にして運動が肺換気機能に及ぼす影響を検討することを目的とした。細気道の閉塞動態をフローボリューム (F-V) 及びクローリング・ボリューム (CV) を指標にして検討し、大気道の閉塞動態を気道抵抗及び肺抵抗を指標にして検討した。さらにこれらの指標に対する運動強度及び肺血液量の変化の影響について検討するとともに、喫煙の気道への急性的影響に対する運動の効果についても検討した。

(2) 研究課題及び実験方法

上記の目的を達成するために、以下の5研究課題を設定し、それぞれについて実験を行なった。

1) (実験Ⅰ) : 運動がF-V及びCVに及ぼす影響。

自転車エルゴメーターを用いて軽い運動 (40% VO₂max), 中等度の運動 (70% VO₂max) 及び最大運動を行なった時のF-V及びCVを測定した。運動様式と呼吸パターンが異なる水泳と陸上のトレーニングのこれらの指標に及ぼす影響を検討するために、被検者として現役のスイマーとランナーを対象とした。

2) (実験Ⅱ) : 肺血液量の変化がCV及び肺気量に及ぼす影響。

肺血液量を変化させるために下半身陰圧装置を用いて仰臥位で-40と-60mmHgのLBNP及び+

20と+40mmHgのLBPPを負荷し、CV、肺気量、心拍数及び胸郭インピーダンス (Z_0)を測定し、コントロール値と比較した。

3) (実験Ⅲ)：運動中の肺抵抗 (R_L) の変化。

360、720及び1080kpm/minの3種類の自転車運動を行なわせ、気流阻止法を用いて R_L を測定した。 R_L は肺気量と呼吸数 (f) によって変化するので、ベースラインとの比較でその補正のできるように配慮した。

4) (実験Ⅳ)：運動中及び回復期の気道抵抗 (R_{aw}) の変化。自転車を内蔵したボディプレチスモグラフの中で300、600及び900kpm/minの運動をそれぞれ5分間ずつ行ない、運動中及び回復期に R_{aw} 及び胸郭内気量 (V_{tg}) を測定した。

5) (実験Ⅴ)：喫煙及び運動が Specific Airway Conductance ($s-Gaw$) に及ぼす影響。

喫煙は気道を収縮させ、 $sGaw$ を減少させる。これに対して運動には $sGaw$ を増大させる効果があり、喫煙と拮抗的關係にある。両者の關係を検討するために、運動と喫煙を加味した条件において $sGaw$ の変化を測定し、ベースラインと比較した。

(3)結論

以上の実験結果を検討し、以下の結論を得た。

1) 運動によってCVは減少する。その減少度は運動強度が大きいほど大である。また中等度以上の運動には、中一高肺気量位における最大呼出能力を高める効果がある。

2) 仰臥位におけるLBNP負荷にはCVを減少し全肺気量及びその分画を増大し、換気能力を改善する作用がある。このような現象の原因として肺の血液量の減少の関与が考えられた。この結果は運動中に起こる肺機能の変化には肺の血液量変化が原因となりうることを示唆するとともに、仰臥位よりも立位において換気が機能的になされる理由を説明している。

これに対してLBNP負荷はこれらの指標に対して逆に作用することが示された。

3) 肺抵抗は軽い運動時には減少し、中等度の運動時にはほとんど変化せず、最大に近い強い運動中には増加傾向を示す。これは運動時には自律神経緊張変化等の肺抵抗減少要因と換気増大による乱流抵抗増大などの肺抵抗増大要因とが拮抗的に働き、それら相反する要因の相対的強さが運動強度によって異なることによって起こる現象であると理解された。

4) 運動中に気道抵抗はベースラインの70~80%まで減少する。その減少度と運動強度との間に比例關係は存在しない。しかし、強い運動の場合には運動初期の減少が大きく、運動の継続に伴って回復する傾向がある。運動によって起こる気道抵抗の変化には自律神経系の緊張変化と換気量増大による作用が互いに拮抗的に作用していること、そして気道抵抗の変化量が運動強度と必ずしも比例的でなかったのは、この拮抗要因の相對關係のためであろうと考えられる。

5) 運動による気道拡張作用は強力なものであり、タバコ1本の喫煙による急性的気道収縮作用は運動によって隠蔽され、かつ回復も促進されることが明らかにされた。

以上のことから、健康人の場合運動は大気道にも細気道にも影響を及ぼして肺の換気能力に種々

な変化を起こすが、概して言えば、これらの変化は運動の遂行にとって合目的な影響であると言える。

審 査 の 要 旨

本論文は運動時の呼吸機能に及ぼす影響を換気能を中心に検討し、運動時に起こる肺や気管支の諸反応は、換気増大やガス交換を容易にする上で概ね合目的なものであることを明らかにしたものである。

運動時の換気動態に関してはこれまで研究が遅れていたが、その一因は実験方法の困難な点にあった。本研究は方法論的にいくつかの新しいアイデアを取り入れ、さらに分析法にも工夫をこらした結果、これまでにみられなかった新知見を得、またこれまでの矛盾した結果を統一的に説明することを可能にした。

方法論上の特徴の一は、気道抵抗の測定のために、中で運動のできるボディプレシスモグラフを使用したことである。これは本著者が自作したものであるが、性能的には高水準なものであり、そのため高い精度で運動中の気道抵抗の変化を検出することができた。また運動中には胸郭内の血液量が増加し、これが換気能に影響することが予測されるが、本研究では下半身陰圧負荷装置を使ってこの仮説を説明した点も評価に値する。このほかに運動中には換気量が増大してこれが乱流抵抗を増加させ、気道抵抗の変化の正確な評価を困難にするが、本研究ではその影響を除外するために、安静時に換気量を増大した時の値を対照とした点も新しい試みである。

得られた所見の中には新知見が少なくない。例えば末梢気道の閉塞を反映するクロージング・ボリュームが運動によって減少すること、そしてその原因として運動によって起こる胸郭内血液量の減少の関与が考えられることを明らかにした。また、運動によって気道抵抗は減少するが、その減少度と運動強度との関係は比例的ではなく、複雑であることを明らかにし、その原因に関して独得な解釈を拭き、これまでの文献上にみられた矛盾点を統一的に説明することを可能にした。さらに、運動による気管支拡張作用の強さを評価するために、喫煙による拮抗作用を利用した点もユニークな発想である。

以上により、本論文は方法論的にも、得られた所見の点でも、またその解釈においても独創性に富み、体育学の領域において学問的意義の高いものであり、博士論文としての条件を十分に備えている。

よって、著者は教育学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。