

氏 名 : 渡 部 朋 子
学 位 の 種 類 : 博士 (健康科学)
学 位 記 番 号 : 研博第 27 号
学位記授与年月日 : 平成 26 年 9 月 10 日
学位授与の要件 : 学位規則第 4 条 1 号該当
論 文 題 目 : 糖尿病の有酸素運動による手指毛細血管血流速度の検討
論文審査委員 : 主査 今 淳
副査 大 山 博 史
副査 吉 岡 美 子

論 文 内 容 の 要 旨

I はじめに

糖尿病の治療には、栄養指導とともに、有酸素運動が重要である。適切な有酸素運動療法の処方には、合併症や病態、治療内容を把握し、運動強度を決定する必要がある¹⁾。糖尿病は、微小血管病変が予後を規定するため、実際の毛細血管の血流観察が可能ならば、より有用な運動処方が行える。近年、非侵襲性に手指爪上皮部毛細血管を顕微鏡観察、録画し、PC の動画解析で赤血球の移動速度（血流速度）を定量する手法が報告された。非侵襲性の末梢毛細血管観察装置、サーモグラフィを用い、自転車エルゴメーターによる糖尿病の有酸素運動前後で、手指爪上皮部毛細血管血流速度（以下毛細血管血流速度）、手指温、血圧、心拍数を調べ、糖尿病の有酸素運動による毛細血管血流への影響を検討した。本研究では、糖尿病の手指爪上皮部の毛細血管の形態観察、毛細血管血流速度を定量し、健常人と比較した。糖尿病、健常人について、それぞれ有酸素運動を施行し、有酸素運動前後で、毛細血管血流速度とサーモグラフィによる手指温の変化を検討した。

II 研究方法と対象

1. 対象

対象は、A 市の外来または入院加療中の糖尿病患者と健常人とした。（青森県立保健大学

研究倫理委員会：承認番号 11035、A 病院倫理委員会：承認平成 23 年 3 月 3 日、平成 24 年 3 月 31 日)

2. 方法

室温（約 25℃）、湿度（50%以下）を一定にした環境下で、室温に馴化し本研究を実施した。末梢毛細血管観察装置を用い、手指爪上皮部（主に第 4 指）毛細血管の血流動態を観察し、毛細血管血流速度を定量した。糖尿病と健常人の毛細血管血流速度の比較検討を行った。有酸素運動は、健常人については、個別に呼吸代謝測定装置を用いた漸増式運動負荷試験による呼吸代謝閾値以内の強度の有酸素運動を 20 分間施行した。糖尿病については、自覚症状による最大運動強度の 50%を超えない有酸素運動を 20 分間施行した。毛細血管血流速度、手指温については、対応のない t-検定、有酸素運動前後については対応のある t-検定を行った。有意水準は $p<0.05$ とした。

III 結果および考案

健常人の毛細血管の形態は、明瞭なループと上行脚、下降脚のほぼ同じ形態の毛細血管像が多く認められた。糖尿病の毛細血管の形態は、短く細い毛細血管、上行脚、下降脚の区別が難しい交叉した毛細血管、複雑な走行を示す毛細血管像が認められた。糖尿病 15 例の毛細血管血流速度($76.9 \pm 12.2 \mu \text{ m/s}$)は、健常人 30 例の毛細血管血流速度($93.0 \pm 14.5 \mu \text{ m/s}$)より有意に低値を示した。

健常人 7 例の有酸素運動後の毛細血管血流速度 ($133.1 \pm 2.2 \mu \text{ m/s}$) は、運動前($124.6 \pm 3.4 \mu \text{ m/s}$)より有意の増加を示した。有酸素運動後の手指温 ($34.3 \pm 0.7^\circ\text{C}$) は、運動前 ($34.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$) より上昇したが、有意差を認めなかった。

糖尿病 27 例の有酸素運動後の毛細血管血流速度 ($108.8 \pm 29.4 \mu \text{ m/s}$) は、運動前 ($104.2 \pm 31.5 \mu \text{ m/s}$) より有意な増加を示した。有酸素運動後の手指温 ($32.6 \pm 2.9^\circ\text{C}$) は、運動前 ($30.4 \pm 3.1^\circ\text{C}$) より有意な上昇を示した。有酸素運動前の細い毛細血管の運動後の拡張や毛細血管血流速度の改善が認められ、患者が対面で同時に理解できるものであった。

糖尿病のサーモグラフィでは、有酸素運動前、手指尖部での温度低下を示したが、運動後、指尖部の温度上昇が観察された。

IV まとめ

末梢毛細血管観察装置を用い、手指爪上皮部の毛細血管血流動態の観察、毛細血管血流速度を計測した。糖尿病では、健常人より有意の毛細血管血流速度の低下が示された。糖尿病例に施行した低強度の有酸素運動は、健常人と同様に、毛細血管血流速度の増加を認めた。糖尿病では、毛細血管の狭小、変形など形態学的異常が示され、血流速度解析に困難を伴った。

論文審査結果の要旨

末梢毛細血管観察装置は手指爪上皮の毛細血管血流を肉眼的に観察できる最新の装置である。本論文では、本装置をいち早く活用し、以下の新知見を得た。①毛細血管の血流速度を定量化する方法を確立した。②本法により、糖尿病患者の血流が健常人より低下し、形態学的にも毛細血管の狭小化等の異常を認め、末梢循環障害の存在の可能性を見出した。③有酸素運動は糖尿病患者の血流速度も増大させた。④本装置により患者自身もリアルタイムで血流速度を観察でき、運動療法の重要性の理解や動機付けに活用できる可能性を見出した。本論文では、研究目的、実験結果に対する解釈及び考察が明確に記載されており、本論文の新規性、そして重要性が審査員に十分伝わっていた。従って上記審査員は、本論文が博士（健康科学）の学位授与に値する水準に達していると判断した。