

学位論文題名

## 外乱負荷時の COP 計測における加齢の影響

### 学位論文内容の要旨

#### 【目的】

わが国は高齢社会へと急速に移行し、介護にかかる人的・金銭的成本、および高齢者自身の生活の質(QOL)が大きな社会問題となっている。その対策として、高齢者の自立、そして積極的な社会参加は歓迎されるべきものである。しかし、これらの推進を妨げるものに高齢者の転倒が挙げられる。高齢者の転倒は、若年者と比較して重症になりやすく、その治療期間が長期にわたると、廃用症候群に陥る。また、けがが完治したあとも高齢者自身の再転倒への恐怖から、社会活動への参加を避け、さらなる廃用症候群を引き起こす。これを転倒後症候群という。

この転倒後症候群を防ぐためには、身体的・精神的アプローチにより、転倒を予防することが一番であるが、日常生活で歩行している高齢者の転倒の危険因子を探り、個々にあった指導方法を探るのは難しく、転倒を予測することは困難である。

他方、静止立位時の安定性を評価する重心動揺検査は平衡機能検査として臨床の現場で広く施行されている。しかし、静止立位時の計測という従来の検査方法では、高齢者と若年者との間に大きな差が現れない場合がある。また、日常生活では動的な立位保持が必要であることから、高齢者の転倒の危険因子を探るには不十分な面がある。

そこで本研究では、転倒のリスクの評価方法について検討するために、その第一段階として、健常者に対する前方への平行移動刺激後の圧中心(COP)の軌跡の変化を調べた。また、同時に表面筋電図(EMG)の記録もおこなった。

#### 【方法】

対象は26人(男性13名、女性13名)の若年健常者群(24.8 ± 2.74 yrs, 166.5 ± 9.25 cm, 60.0 ± 11.48 kg, mean ± SD)と20人(男性10名、女性10名)の高齢健常者群(65.4 ± 3.62 yrs, 159.4 ± 7.80 cm, 58.6 ± 7.98 kg, mean ± SD)である。被験者には水平移動刺激を与えることのできる台の上に置かれた重心動揺計に裸足で立ってもらい、最初に、開眼・閉眼それぞれについて静止立位で30秒間COP軌跡を計測した。次に、前方への水平移動刺激を与えた後のCOP軌跡を計測した。用いた前方への水平移動刺激は、移動時間が0.15[s]で、移動距離が3.75, 7.50, 10.00, 15.00, 20.00, 30.00 [mm]の計6種類である。これらの6つの試行はランダムにおこない、記録は刺激前5[s]から刺激後30[s]の35[s]間おこない、実験データの解析は刺激後5[s]間でおこなった。解析項目は総軌跡長、X(左右)方向軌跡長、Y(前後)方向軌跡長である。また、COPの計測中、同時に水平移動刺激の開始のトリガーとともにEMGによる下肢筋活動の記録もおこなった。

#### 【結果】

総軌跡長とY方向軌跡長に対しては、若年者群では台の水平移動距離の増加とともに、すなわち水平移動刺激が大きくなるにしたがって、軌跡長も大きくなる傾向を示した。高齢者群では、若年者群と同様に3.75~15.00 [mm]までは水平移動距離の増加にともなって軌跡長も

増加する傾向を示した。しかし、20.00～30.00[mm]では 15.00[mm]の場合と比較して軌跡長の顕著な変動はみられなかった。

EMG 記録においては、水平移動距離の増加とともに使用する筋の数が増加した。小さな刺激においては、刺激強度に応じて前脛骨筋やヒラメ筋、腓腹筋など下腿の筋の活動の増加が見られた。より大きな刺激においては、大殿筋や大腿二頭筋など近位部の筋の活動が増えていた。

### 【考察】

総軌跡長と Y 方向軌跡長に対しては、若年者群では台の水平移動距離の増加とともに、すなわち水平移動刺激が大きくなるにしたがって、軌跡長も大きくなる傾向を示した。高齢者群では、若年者群と同様に 3.75～15.00 [mm]までは水平移動距離の増加にともなって軌跡長も増加する傾向を示した。したがって、刺激強度に応じて結果が影響されていることから、このような検査によって姿勢制御能の評価ができる可能性が示唆された。

しかし、20.00～30.00[mm]では 15.00[mm]の場合と比較して軌跡長の顕著な変動はみられなかった。3.75～15.00[mm]間の結果との違いとして以下のようなことが考えられる。小さな刺激においては、刺激強度に応じて前脛骨筋やヒラメ筋、腓腹筋など下腿の筋の活動の増加が見られる。これらの結果は ankle synergy が身体を安定化させることを示していると考えられる。言い換えれば、ankle synergy における姿勢反射能はこのような極小さい水平移動刺激下において評価できる可能性がある。さらに言うならば、この検査をおこなうことにより、ankle の Range of Motion (ROM) と加齢の影響を加味した姿勢制御能の評価の指標を作ることができるかもしれない。

より大きな刺激においては、大殿筋や大腿二頭筋など近位部の筋の活動が増えている。しかし COP 軌跡の増加はそれほど顕著ではない。それらの結果は、個々において hip synergy と ankle synergy のいずれか一方あるいはその両方が身体を安定化させるということを示している。したがってこの場合、前述の場合と異なり、多関節を含む制御となり、使用する筋も増え、個人差もあると考えられる。個人差の要因としては、muscle volume、筋力、ROM、神経伝導速度など身体機能の影響が考えられる。

X 方向については、小さな刺激においては若年者と高齢者間で有意差がなく、より大きな刺激になったときに加齢による有意差が見られた。このことは、高齢者では刺激の強度が大きくなると、刺激方向である前後方向への動きを左右方向の動きにより補償し、転倒を予防するのではないかと考えた。ただし左右方向への動きは前後方向に比べてわずかであるので、今後詳細に調べる必要があると思われる。

EMG 記録に関しては、静止立位時では高齢者における立位時使われる筋の数は若年者においてよりも多かった。すなわち、立位保持に関して、腓腹筋、ヒラメ筋を中心に使う若年者群に対し、高齢者群では加えて近位の筋や母趾外転筋、短趾伸筋などを使う割合が多かった。さらにこの傾向は動的な検査においてさらに明確な差として現れた。これらの結果は姿勢の安定性に対する加齢の影響を示唆している。

また、本研究において安全に十分配慮するため被験者に比較的小さい刺激を用いた。結果として、高齢者における COP の移動距離は若年者においてより有意に大きかった。極小さい水平移動刺激負荷時でも加齢の影響が見られ、静止立位時の重心動揺検査と同様の傾向を示した。さらに高齢者群内においては、静止立位の場合と比較して水平移動刺激を与えた場合の方がばらつきが大きかったことから、静止立位時の計測よりも個々の姿勢反射能の違いを評価できると考えている。

以上のことより、個々の姿勢制御能を評価し、易転倒性を予測することに対して無侵襲で安全な検査として本研究は有用であると考えられる。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 眞 野 行 生  
副 査 教 授 田 代 邦 雄  
副 査 教 授 安 田 和 則

## 学 位 論 文 題 名

### 外乱負荷時の COP 計測における加齢の影響

わが国は高齢社会へと急速に移行し、介護にかかる人的・金銭的コスト、および高齢者自身の生活の質（QOL）が大きな社会問題となっている。その対策として、高齢者の自立、そして積極的な社会参加は歓迎されるべきものであるが、これらの推進を妨げるものに高齢者の転倒が挙げられる。しかし、日常生活で歩行している高齢者の転倒の危険因子を探り、個々にあった指導方法を探るのは難しく、転倒を予測することは困難である。

そこで本研究では、転倒のリスクの評価方法について検討するために、その第一段階として、健常者に対する前方への水平移動刺激後の圧中心（Center of Pressure, 以下 COP と呼ぶ）の軌跡の変化を調べ、同時に表面筋電図(以下 EMG と呼ぶ)の記録もおこなった。

対象は、若年健常者群 26 名（男性 13 名、女性 13 名）と高齢健常者群 20 名（男性 10 名、女性 10 名）である。被験者には水平移動刺激を与える台の上に置かれた重心動揺計に裸足で立ってもらい、開眼、自然立位にて COP 計測をおこなった。前方への水平移動刺激は、移動時間が 0.15[s]で、移動距離が 3.75, 7.50, 10.00, 15.00, 20.00, 30.00 [mm]の計 6 種類で、これらの 6 つの試行をランダムにおこなった。記録は刺激前 5[s]から刺激後 30[s]までの 35[s]間おこない、実験データの解析は刺激後 5[s]間でおこなった。解析項目は X 方向軌跡長、Y 方向軌跡長などである。EMG は大殿筋、大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋、ヒラメ筋、母趾外転筋、短趾伸筋の計 8 箇所筋の筋腹に直径 11[mm]の皿電極を貼り、筋活動の有無を判定した。COP 計測の結果において、若年者群では水平移動刺激の大きさが増加するにしたがって、COP 軌跡長も大きくなる傾向を示した。このことより、刺激の大きさを変化させることにより個々の姿勢制御能評価の可能性が示唆された。高齢者群でも同様の傾向がみられたが、台の水平移動距離が 15[mm]を超えると軌跡長の増加傾向がみられなかった。また、EMG において、高齢者群では通常の立位保持における下腿の筋活動に加え、若年者群より足部の筋活動と下肢近位部の筋活動がみ

られた。さらに高齢者群内においては、静止立位の場合と比較して水平移動刺激を与えた場合の方が個々の姿勢制御能をより反映したことから、静止立位時の計測よりも個々の姿勢制御能の違いを評価できることが示された。

公開発表にあたり、副査安田和則教授から、水平移動刺激を与える装置についての基礎的な質問があった。副査田代邦雄教授からは足趾の筋活動、被験者の身体状況や計測状況についての質問があった。主査眞野行生教授からは、今後の臨床応用についての質問があり、いずれの質問にも申請者は、妥当な回答をおこなった。

本論文は、姿勢制御能の新しい評価法として高く評価され、今後の臨床応用が期待される。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ申請者が博士（医学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。