Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-08-16

虚弱高齢者の起立・着座動作における下肢筋活動の検討

森實, 徹
武政, 誠一
中川, 法一

(Citation)
神戸大学大学院保健学研究科紀要,24:17-28

(Issue Date)
2008

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/81001040

虚弱高齢者の起立・着座動作における下肢筋活動の検討

森實　　徹，武政　誠一，中川　法一

神大院保健紀要　第24巻，2008

虚弱高齢者の起立・着座動作における下肢筋活動の検討

森實　　徹[1]，武政　誠一[2]，中川　法一[1]

【要　　旨】

本研究の目的は、虚弱高齢者の起立および着座動作時の下肢筋活動を調査し、下肢筋力増強効果の可能性を検討することである。

対象者は虚弱高齢者26名と健常高齢者10名であった。筋電図にて起立・着座動作時の下肢筋活動を測定した後、各被検筋の最大随意収縮時の筋活動に対する比率を求め、両群間で比較した。また、座面の高さや動作の違いが下肢筋活動へ及ぼす影響についても検討した。

その結果、虚弱高齢者群の起立動作では、約30～90%以上の%MVC を下肢筋に認め、着座動作でも26～60%程度の高い活動が認められた。その他、座面の高さや動作の違いにおいても変化を認めた。

これにより、虚弱高齢者の下肢筋にとって、起立・着座動作は高負荷となっていることが明らかとなるとともに、筋力増強の可能性があることが示唆された。今後は、筋力トレーニングにおける座面の高さや動作などの条件について調査する必要がある。

索引用語：起立・着座動作、虚弱高齢者、筋電図、筋活動

【緒　　言】

加齢と ADL の関係について、藤原[1)]は幾つかの研究を概括し、歩行能力や起立・着座が必要な排泄動作は、食事動作や更衣動作よりも早くから障害されるとしている。さらに浅川ら[2)]は、起居・移動動作能力の障害は比較的早い時期から起こりやすい障害であり、高齢期における ADL 能力低下の中心をなす問題であるとしている。これらのことから、排泄や入浴などといった ADL において、起立・着座動作は、移動・移乗といった点で欠かせない重要な基本動作のひとつであり、リハビリテーションにおいては、能力の維持を強く求められる動作である。

また、近年では、高齢者に対する筋力増強訓練効果について Fiatarone ら[3)]は、90歳程度の後期高齢者の膝伸筋に対して、１RM の50～80%の負荷にて、週３回８週間のトレーニングを行ったところ、膝伸展筋力は174%程度の増加率を示し、筋容量も９%増加したと報告している。その他、浅川ら[2)]は、膝伸展筋力に対して、Borg の自覚的運動強度スケールにて負荷（13～15）を求め、週３回のトレーニングを４ヶ月間実施したところ、57.4%程度の増加を認めたと報告している。

このように、高齢者に対する筋力トレーニング効果については、効果を得ることができるとする報告が多く、高齢者に対する筋力トレーニングは、もはや一般的となっている。その方法のひとつとして起立・着座動作が用いられることも少なくない[4)]。

特に、高齢者では理解力が低下する認知症を伴う場合も少なくなく、日頃行わない運動などをトレーニングに取り入れると、方法をうまく理解できず誤ったトレーニングを行ったり、目

１．関西医科専門学校　理学療法学科
２．神戸大学医学部保健学科

的や成果を感じることが難しく継続できないといったことを経験する。それに対して起立・着座動作のように、日常よく行う動作を用いた場合では、方法の理解だけでなく、目的を明確にして、達成感を味わいながら進めることが可能なため、トレーニングへの動機付けがしやすいといったメリットがある。

起立・着座動作による筋活動量について森ら[5]は、20歳代の若年健常成人を対象に、高さの異なる座面での起立・着座動作について、下肢筋の積分筋電図を調べた結果、最大筋力発揮時の筋活動と比較して、一般的な椅子の高さである45cm の高さでは、各筋とも20%程度の活動であったとされ、筋力増強効果は期待できないとしている。

一方、高齢者での起立・着座動作を用いた下肢筋力トレーニングの効果について、西本ら[4]は、実際に後期高齢女性に対して起立動作を用いて下肢筋力トレーニングを行った結果、大腿四頭筋の筋力増強効果が得られたと報告している。

以上のように若年健常成人では筋力増強効果の期待できない起立動作において、高齢者では筋力増強効果を認めていることから、若年健常成人と虚弱高齢者の起立・着座動作では、下肢筋へ及ぼす負荷が異なることが推測され、起立・着座動作を用いた虚弱高齢者の下肢筋力増強の運動条件について検討するためには、虚弱高齢者を対象とした調査が必要であると考えられる。

そこで我々は、虚弱高齢者の起立および着座動作が、下肢筋に対してどの程度の負荷となっているのか調査するため、筋電図学的検査を用いて調べるとともに、下肢筋力増強効果の可能性について検討した。

【対象と方法】

１．対象

2005年３月から2007年10月までの間に、介護老人保健施設に入所中の虚弱高齢者（虚弱高齢者群）26名（男性３名、女性23名）、平均年齢84.9±5.8（73～98）歳、身長147.9±10.1cm、体重46.2±9.8kg と健常高齢者（健常高齢者群）10名（男性７名、女性３名）、平均年齢72.0±3.6（69～80）歳、身長161.0±9.2cm、体重59.0±6.5kg の２群を対象とした（表１）。

なお、虚弱高齢者は不活動により下肢筋力低下をきたした者で、実施手順や注意事項の理解や記銘が可能な者とした。また、脳卒中の既往がある場合は、麻痺側上・下肢のブルンストロームの回復段階がⅥ、高次脳機能障害や起立・着座動作において運動を阻害する関節可動域（Range of Motion ; ROM）制限を認めない者とした。下肢に骨関節疾患の既往がある場合は、疼痛および運動を阻害する ROM 制限を認めない者とした。

倫理的配慮については、調査対象者には事前に研究内容や手順について十分な説明を行い、本人および家族（虚弱高齢者群の場合）より協

表１　対象者の構成

	年齢	男性	女性	計	身長	体重	介護度
虚弱高齢者群	60−69	0	0	0	147.9±10.1cm	46.2±9.8kg	１：16名
	70−79	1	5	6			２：５名
	80−89	1	11	12			３：３名
	90−99	1	7	8			４：２名
健常高齢者群	60−69	1	0	1	161.0±9.2cm	59.0±6.5kg	
	70−79	6	2	8			
	80−89	0	1	1			
	90−99	0	0	0			

力の同意を得た。また、調査の実施に際しては、個人が特定できるデータおよび知りえた情報の秘密を遵守し、内容は第三者には公開をしないこと。データ収集中は、対象者の都合で中止をしても構わないことなどを説明した。

２．研究デザイン

各対象に対して、高さの異なる座面からの起立・着座動作における下肢筋の活動について、表面筋電図を用いて測定した。そして、虚弱高齢者と健常高齢者にとって、起立・着座動作が下肢筋へどの程度の負荷となっているのか、各被検筋の最大随意収縮時の筋活動に対する比率を求め、確認・比較した。

また、各群内において、座面の高さの違いや、動作の違いが下肢筋活動へ及ぼす影響についても比較・検討した。起立・着座動作は、高さの異なる２つの座面を用いて行った。

３．筋電図学的評価

筋活動の計測には、NORAXON 社製 MyoSystem1200を使用し、表面電極による双極誘導法にて筋活動を測定した。サンプリング周波数は1000Hz、電極中心間距離は30mm、検査側は原則として右下肢とし、検査側に脳卒中後片麻痺や骨関節疾患の既往がある者は、反対側下肢を検査側とした。

被検筋は、大腿直筋、外側広筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋外側頭の５つの筋とし、電極貼付位置については、Aldo O.Perotto[6]の方法に準じ、各筋の筋腹を確認し、筋の走向と平行になるように電極を貼付した。

運動課題としては、足底接地した体幹直立位の端座位にて、膝屈曲90度となる座面の高さ（条件①）と膝屈曲60度となる座面の高さ（条件②）より、各々起立動作と着座動作を２回ずつ実施した。

また、NORAXON 社製 MyoVideo システムにより、筋電波形とビデオ画像を同期させ各被検筋の最大随意収縮（maximal voluntary contraction ; MVC）時の筋電積分値（integrated electromyogram ; IEMG）にて正規化[7]した値を算出し、被検筋の MVC 時との筋活動比（%MVC）とした。

各被検筋の MVC 時の筋活動測定において、膝屈曲・伸展は、ハンドヘルドダイナモメーター（hand-held dynamometer : HHD）にて下肢筋力を測定する小林[8]の方法に準じ、下垂坐位、膝90度屈曲位で下腿遠位部に徒手抵抗をかけ測定した。また、足背屈筋力計測についても同肢位にて、足関節中間位より、足背近位部に抵抗をかけ行った。足底屈筋力計測では、検者の力で徒手抵抗を固定するのが困難で信頼性に欠ける可能性があるため、真田ら[9]の開発した非伸縮性の固定ベルトを用いて測定した。測定は３秒間を２回行い、その内、中１秒間の筋活動量を MVC 時の筋活動量とした。

ビデオ撮影に際しては、測定側の肩峰、大転子、大腿骨外側顆、外果、第５中足骨頭にマーカーを取り付け、動作の開始と終了を確認した。起立動作の開始肢位は、腕組座位で体幹は直立位、股関節は内外転中間位で足底全面接地とした。足角は楽な位置とし、座縁は大腿（長）中間位とした（図１）。起立動作は開始の合図（口頭）と同時に行うこととし、終了肢位は体幹が直立し、下肢伸展が終了した時点とした。

膝屈曲90度（条件１）　膝屈曲60度（条件２）

図１．下肢筋活動測定の座位姿勢

着座動作の開始肢位は起立動作の終了姿位とし、着座動作の終了姿位は起立動作の開始肢位とした。運動時間は、起立・着座動作とも約３秒間とした。測定に際し、測定手順について説明を加えるとともに、２回の練習を実施した。

４．身体機能調査項目

筋電図計測以外の項目として、性別、年齢、身長、体重、既往歴、介護度について調査した。

５．統計学的分析

初めに条件①と②における起立および着座動作時の被検筋に対する負荷について、虚弱高齢者群と健常高齢者群の間で%MVC を用いて比較・検討した。比較には Shapiro-Wilk test により、正規性が確認できなかったため、Mann-Whitney 検定を用いた。次に、各群内にて条件①と②ともに起立・着座動作が可能であった者について、座面の高さの違いによる各動作時の筋活動への影響を、Wilcoxon 符号付順位検定を用いて比較・検討するとともに、条件①と②における起立動作と着座動作時の筋活動についても、同様に比較・検討した。

なお、虚弱高齢者群において、条件①での起立動作が可能であった者は10名で、着座動作が可能であった者は11名であった。また、条件②では起立・着座動作とも可能であった者は26名であった。

被検筋の内、前脛骨筋については機器の故障により虚弱高齢者の２名について計測ができなかった。統計学的解析には、統計解析ソフト SPSS Ver13.0J を用い、有意水準を５%未満とした。

【結　　果】

１．起立および着座動作時の%MVC の比較（群間比較）

起立・着座動作が下肢筋へ与える負荷を確認するために、%MVC を両群で比較した。

起立動作における虚弱高齢者群と健常高齢者群の%MVC は、条件①にて大腿直筋が54.4±30.0%と25.8±10.5%、外側広筋は85.6±34.5%と42.0±14.1%、大腿二頭筋では40.9±22.2%と14.7±10.9%であった。さらに前脛骨筋では55.8±27.5%と20.9±8.6%、腓腹筋外側頭は32.1±18.1%と10.5±3.2%であった（図２）。

また、条件②では大腿直筋が45.6±24.5%と18.1±7.5%、外側広筋は94.3±68.3%と34.9±15.1%、大腿二頭筋では48.2±37.7%と13.5±10.6%であった。さらに前脛骨筋では55.3±30.9%と16.7±9.5%、腓腹筋外側頭は34.5±17.6%と9.4±3.0%であった（図３）。

条件①と②においては、各値とも、虚弱高齢者群が健常高齢者群に対して有意に高かった（p＜0.01）。

次に、着座動作時における虚弱高齢者群と健常高齢者群の%MVC は、条件①で大腿直筋が

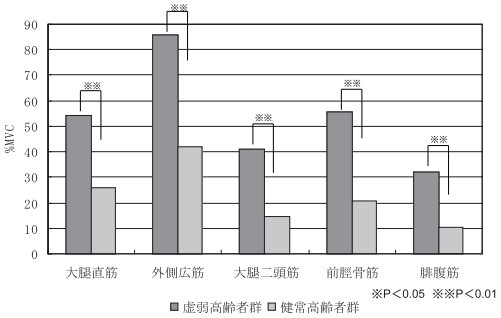

図２．膝屈曲90度座位における起立動作時%MVC の比較

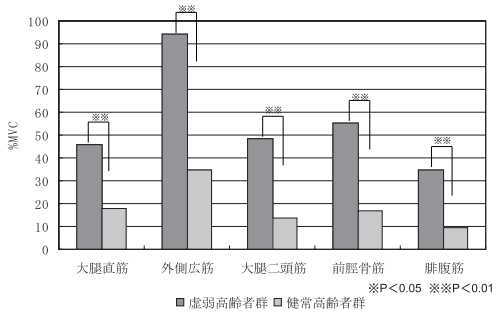

図３．膝屈曲60度座位における起立動作時%MVC の比較

40.0±18.0%と24.1±10.4%、外側広筋は59.2±23.3%と29.7±11.3%、大腿二頭筋では26.6±14.3%と10.9±9.3%であり、さらに前脛骨筋では58.4±39.4%と26.8±10.8%、腓腹筋外側頭は38.1±33.1%と15.2±8.0%であった（図４）。条件②では、大腿直筋が37.1±23.0%と13.8±5.5%、外側広筋は67.6±55.6%と21.6±7.1%、大腿二頭筋では33.4±26.4%と9.3±8.4%であり、さらに前脛骨筋では49.2±25.3%と17.2±5.7%、腓腹筋外側頭は33.6±19.3%と10.1±4.4%であった。着座動作においても起立動作同様、各値とも虚弱高齢者群が健常高齢者群に対して有意に高い値を示した（図５）（p<0.01）。

これにより、虚弱高齢者は健常高齢者に比べ、起立・着座動作の際に下肢筋にかかる負荷は高いことが示された。

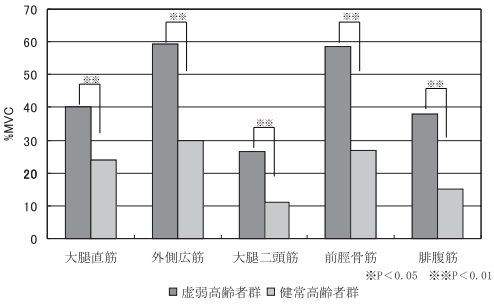

図４．膝屈曲90度座位における着座動作時%MVC の比較

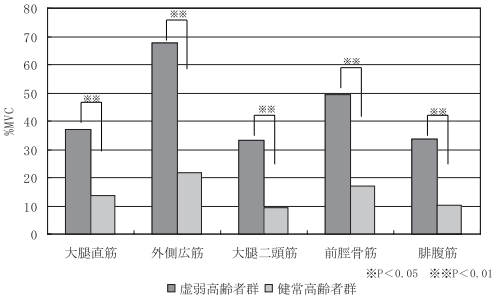

図５．膝屈曲60度座位における着座動作時%MVC の比較

ここで、%MVC の値に注目すると、条件①における虚弱高齢者群の起立動作では、大腿直筋、外側広筋をはじめ大腿二頭筋や前脛骨筋にも40～55%以上の値を認め、特に、外側広筋では85%を超える非常に高い値を示した。また、条件②でも、外側広筋は95%以上、大腿直筋や大腿二頭筋、前脛骨筋では45～55%程度、その他、腓腹筋も35%程度の高値を示した。さらに、健常高齢者群においても、外側広筋は35～42%程度の高い値を示した。

着座動作では虚弱高齢者群において、起立動作よりは低下するものの、全筋に約30～70%程度の高い活動が認められた。これらより、虚弱高齢者の起立・着座動作では、下肢筋への負荷は非常に高くなっていることが示めされた。

２．座面の高さの違いによる%MVC の比較（群内比較）

起立・着座動作を重心の移動距離で捉えた場合、座面の高さが低い方が高い方に比べ重心の前後および上下の移動距離が長くなる。これより座面の高さが低いほど下肢筋の活動は全般的に高まると予測されることから、座面の高さの違いが%MVC へ及ぼす影響を確認することとした。

虚弱高齢者群における、条件①と②での起立動作時%MVC は、大腿直筋が54.4±30%と34.8±17.3%（p<0.01）、外側広筋は85.6±34.5%と73.0±34.9%（p<0.05）、大腿二頭筋では40.9±22.2%と39.1±21.8%、前脛骨筋で55.8±27.5%と40.4±24%（p<0.05）、腓腹筋外側頭は32.1±18.1%と29.3±14.9%であった（図６）。

健常高齢者における条件①と②での起立動作時%MVC は、大腿直筋が25.8±10.5%と18.1±7.5%（p<0.01）、外側広筋で42±14.1%と34.9±15.1%（p<0.05）、大腿二頭筋は14.7±10.9%と13.5±10.6%、前脛骨筋では20.9±8.6%と16.7±9.5%（p<0.01）、腓腹筋外側頭は10.5±3.2%と9.4±3.0%であった（図７）。

起立動作においては、予測と異なり両群とも

に%MVC は条件①の大腿直筋、外側広筋、前脛骨筋だけが、条件②よりも有意に高かった。

また、虚弱高齢者群における、条件①と②での着座動作時%MVC は、大腿直筋が40±18%と29.2±16.4%（p<0.01）、外側広筋は59.2±23.3%と45.8±18.6%（p<0.01）、大腿二頭筋では26.6±14.3%と21.3±10.8%（p<0.01）、前脛骨筋で58.4±39.4%と39.1±23.5%（p<0.01）、腓腹筋外側頭は38.1±33.3%と32.2±22.6%（p<0.05）であった（図８）。

健常高齢者群における、条件①と②での着座動作時%MVC では、大腿直筋が24.1±10.4%と13.8±5.5%（p<0.01）、外側広筋で29.7±11.3%と21.6±7.1%（p<0.05）、大腿二頭筋が10.9±9.3%と9.3±8.4%、前脛骨筋は26.8±10.8%と17.2±5.7%（p<0.05）、腓腹筋外側頭では15.2±8.0%と10.1±4.4%（p<0.05）であった（図９）。

着座動作においては、虚弱高齢者群では全筋とも条件①の%MVC が条件②に比べ有意に高い値を示し、健常高齢者群では、虚弱高齢者群の結果とは異なるものの、大腿二頭筋以外の４筋で有意な活動を認めた。

３．起立動作と着座動作時の%MVC の比較（群内比較）

起立動作と着座動作時の下肢筋活動について検討した報告は非常に少ないが、健常成人の起立・着座動作時における外側広筋と前脛骨筋の筋活動についての調査では、外側広筋は起立動作に比べ着座動作時の筋活動は減少し、前脛骨筋は着座動作時で同等か大きくなる傾向があったとする報告がある[10]。そこで、高齢者、とりわけ虚弱高齢者においても同様の結果が得られ

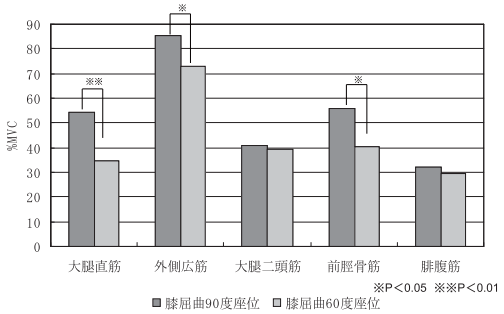

図６．座面の高さの違いによる起立動作時%MVC の比較（虚弱高齢者群）

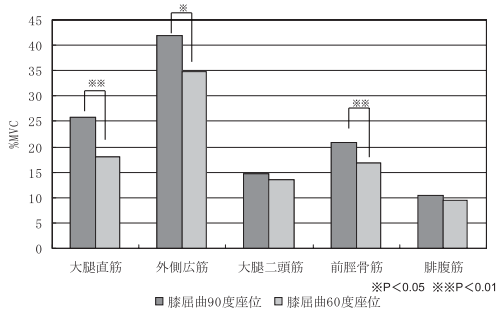

図７．座面の高さの違いによる起立動作時%MVC の比較（健常高齢者群）

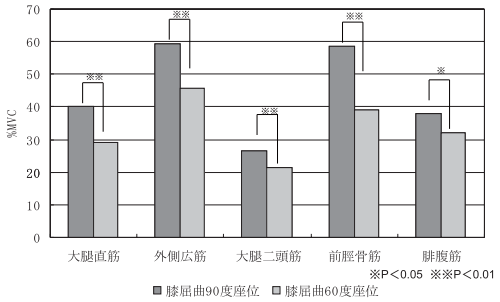

図８．座面の高さの違いによる着座動作時%MVC の比較（虚弱高齢者群）

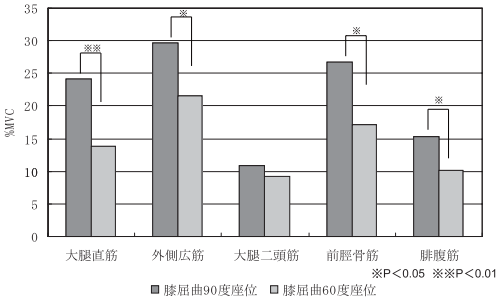

図９．座面の高さの違いによる着座動作時%MVC の比較（健常高齢者群）

るのか、比較・検討した。

条件①における虚弱高齢者群の起立動作と着座動作時の被検筋の%MVCは、大腿直筋が54.4±30%と39.9±18.9%（p<0.05）、外側広筋で85.6±34.5%と61.1±23.7%（p<0.01）、大腿二頭筋では40.9±22.2%と28±14.3%（p<0.05）、前脛骨筋は55.8±27.5%と57.1±41.9%、腓腹筋外側頭にて32.1±18.1%と28.9±14.0%であった（図10）。条件②における虚弱高齢者群の起立動作と着座動作時の被検筋の%MVCでは、大腿直筋が45.6±24.5%と37.1±23%（p<0.01）、外側広筋は94.3±68.3と67.6±55.6%（p<0.01）、大腿二頭筋で48.2±37.7%と33.4±26.4%（p<0.01）、前脛骨筋では55.3±30.9%と49.2±25.3%、腓腹筋外側頭で34.5±17.6%と33.6±19.3%であった（図11）。

虚弱高齢者群では、条件①における起立動作時の%MVCが、大腿直筋、外側広筋、大腿二頭筋において、着座動作よりも有意に高かった。また、統計学的な差は認めないものの、前脛骨筋は他の筋と異なり着座動作時に活動が若干高くなる傾向を示した。条件②では、大腿直筋、外側広筋、大腿二頭筋の筋活動が、着座動作に比べ起立動作時に有意に高かった。

また、条件①における健常高齢者群の起立動作と着座動作時の被検筋の%MVCは、大腿直筋が25.8±10.5%と24.1±10.4%、外側広筋が42±14.1%と29.7±11.3%（p<0.05）、大腿二頭筋では14.7±10.9%と10.9±9.3%（p<0.01）、前脛骨筋で20.9±8.6%と26.8±10.8%（p<0.05）、腓腹筋外側頭は10.5±3.2%と15.2±８%であり（図12）、条件②における健常高齢者群の起立動作と着座動作時の被検筋の%MVCでは、大腿直筋が18.1±7.5%と13.8±5.5%（p<0.05）、外側広筋は34.9±15.1%と21.6±7.1

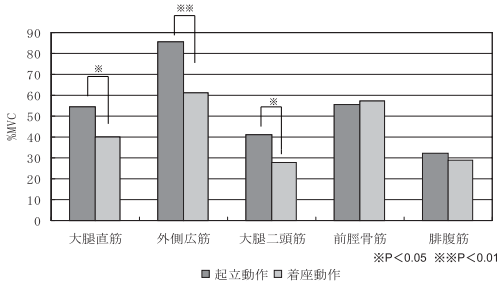

図10．膝屈曲90度座位における起立動作と着座動作時%MVCの比較（虚弱高齢者群）

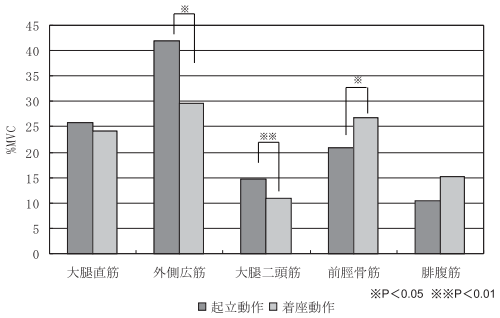

図12．膝屈曲90度座位における起立動作と着座動作時%MVCの比較（健常高齢者群）

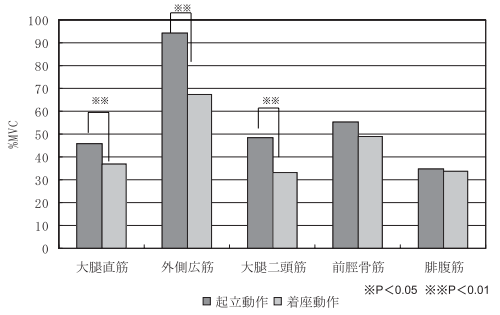

図11．膝屈曲60度座位における起立動作と着座動作時%MVCの比較（虚弱高齢者群）

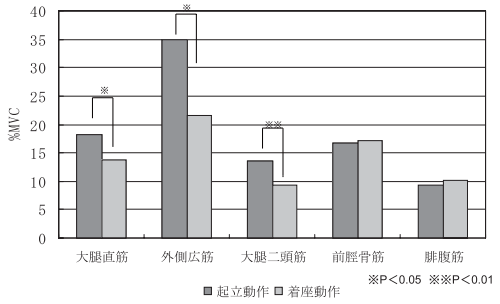

図13．膝屈曲60度座位における起立動作と着座動作時%MVCの比較（健常高齢者群）

%（p<0.05）、大腿二頭筋では13.5±10.6%と9.3±8.4%（p<0.01）、前脛骨筋で16.7±9.5%と17.2±5.7%、腓腹筋外側頭が9.4±3.0%と10.1±4.4%であった（図13）。

健常高齢者群では、外側広筋、大腿二頭筋において、条件①における起立動作時の%MVCが、着座動作より有意に高かった。また、逆に前脛骨筋では、着座動作時の値が起立動作を有意に上回っていた。

条件②においては虚弱高齢者群と同様に、大腿直筋、外側広筋、大腿二頭筋の筋活動が、起立動作時に有意に高かった。そして、条件①と同様、前脛骨筋と腓腹筋外側頭については統計学的な差は認めなかった。

【考　　察】

緒言で述べたとおり、下肢筋力増強などに基本的な動作を用いることは日常的に経験する。大峰[11]は運動器疾患の患者に対して、従来どおりの筋力トレーニングを実施した群と階段昇降を筋力トレーニングとした群の筋力を検討した結果、階段昇降を行った群にのみ、伸筋・屈筋ともに筋力増強効果を認めたと報告している。

このように基本的動作を用いて下肢筋力増強効果を得ることは、可能であると考えられるが、これらの動作が下肢筋に対してどの程度の負荷になっているのか、また身体にどのように影響を及ぼすのかについての報告は少ない。

臨床現場においては、これら基本動作が身体に及ぼす影響について調べ、的確に治療に活かすことが必要である。そこで今回、起立・着座動作に着目して、虚弱高齢者における影響を調べてみた。

１．起立・着座動作時の下肢筋への負荷について（群間比較）

高さの異なる座面からの起立・着座動作における下肢筋活動について、既述の如く森ら[5]は、平均年齢21歳の健常成人に対して、45cm、35cm、25cmと高さの異なる座面からの起立・着座動作時の下肢筋活動（大殿筋、大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋外側頭）を調査した。その結果、%MVCで40%を超えたのは、25cmからの起立動作における前脛骨筋のみであり、45cmからの起立では最大でも約20%にとどまっており、下肢筋力増強に効果的な負荷量を得るには至らなかったと報告している。また、武政ら[12]は、起立補助シートの開発研究の中で、女子大学生を対象に40cmの高さの椅子から起立した際の下肢筋活動の%MVCについて、大腿直筋は11.3%、大腿二頭筋で11.6%、前脛骨筋では8.8%、腓腹筋外側頭においては10.9%程度という結果を報告している。

一方、後期高齢女性に対する椅子からの起立動作における筋力トレーニング効果について西本ら[4]は、下肢筋力の向上を見たと報告している。また、池添ら[13]は、高齢者における起居移動動作の自立に必要な膝伸展筋力の調査の中で、歩行において自立群の筋力は体重の約60%程度を示し、介助群は約30%程度であったと報告している。

これらのことから、若年健常成人に比べて最大筋力が少ない虚弱高齢者は、起立動作に必要な%MVCが高くなるのではないかと予測される。今回の調査結果では、高さが異なる座面からの起立動作において、虚弱高齢者群の下肢筋活動比（%MVC）は大腿直筋で46～54%、外側広筋では86～94%、大腿二頭筋は41～48%、前脛骨筋は56%程度、腓腹筋外側頭では32～35%と座面は異なるものの、若年健常成人を対象に調べた森ら[5]や武政ら[12]の結果と比べ高い値を示した。また、着座動作においても26～68%と高い値を示し、とりわけ外側広筋と前脛骨筋においては、49～68%と高い値を示した。

全筋とも虚弱高齢者群の筋活動比が健常高齢者群に対して有意に高く、若年健常成人と虚弱高齢者の起立・着座動作では、下肢筋へ及ぼす負荷が異なるといった予測を裏付ける結果となった。

筋力増強の効果を得るには、運動条件の一つである負荷量を、最大筋力の30%以上にする必

要があり、50%程度で強さの条件は満たされる[14]ことから、虚弱高齢者にとって、起立・着座動作は下肢筋に対して、かなり高い負荷となっており、筋力増強効果を得ることができる可能性が示唆される。

しかし、虚弱高齢者は高血圧や不整脈、虚血性心疾患などの循環器系疾患、変形性関節症、骨粗鬆症などの骨関節疾患を合併している頻度が高い[15]。したがって、虚弱高齢者に対して、下肢筋力増強に起立・着座動作を用いる場合は、高負荷から筋疲労を引き起こし転倒することや、関節への過剰なストレスによる運動器の傷害、循環系などへのリスク管理に注意を払う必要があると思われる。

一方、健常高齢者群では、起立・着座動作において外側広筋が35～42%と高い活動を示したが、その他の筋は概ね20%以下の活動が多かった。したがって、健常高齢者に対して起立・着座動作を筋力トレーニングに用いる場合、座面の高さを低くすることや、両下肢を前後させて接地させるなどして、一側下肢へ、より負荷がかかるようにするなどの条件設定に工夫が必要であると考えられた。

２．座面の高さの違いが下肢筋活動に及ぼす影響ついて（群内比較）

健常高齢者群と虚弱高齢者群において、座面の高さによる筋活動の違いを調査したところ、低い座面からの起立動作では大腿直筋、外側広筋、前脛骨筋の%MVC が有意に高かった。また、着座動作では虚弱高齢者群において、全筋とも低い座面への着座時の%MVC が有意に高い値を示し、健常高齢者群は大腿二頭筋以外の４筋で同様の結果となった。

Nuzik ら[16]は、起立動作を体幹の前傾を行う屈曲運動（第１相）と身体を引き起こす伸展運動（第２相）に分けている。これらを体重心の移動で捉えれば、殿部から足部へと広い支持基底面から足部のみの狭い新たな支持基底面へ、体重心を前方移動することと、体重を支持しつつ体重心を上方へ移動させる運動とすることができる[17]。着座動作は、起立動作のほぼ逆の運動となるため、起立・着座動作においては体重心の前後移動と上下移動が要求される[18]。また、表面筋電図を用いて起立動作における下肢筋（大腿直筋、内側広筋、大殿筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋）の活動パターンを調べた米田[19]は、まず前脛骨筋が活動を開始し、大腿直筋と内側広筋が少し遅れて活動を開始するとしている。これは、体重心を前方移動させ、しっかり体重を支持し座位から立位へ至る中間姿勢への円滑な移行に関与するためと考えられ、大腿二頭筋や腓腹筋は、中間姿勢から立位への移行終盤で活動のピークを迎えることから、第２相で主に膝伸展や足部の安定に関与しているとも考えられる。

今回の結果と考え合わせると、座面の高さを変えた起立動作では、大腿直筋、外側広筋、前脛骨筋といった体重心の前方移動から中間姿勢を介して、立位の途中に関与すると考えられる筋の働きが、より高まることが考えられる。若年健常成人における起立・着座動作時の脊柱起立筋、大殿筋、外側広筋、前脛骨筋の筋活動を調査した報告でも、起立時に低い座面の場合ほど外側広筋や前脛骨筋の活動は高まったとされている[10]。

また、起立動作で活動に差がなかった大腿二頭筋や腓腹筋も、着座動作では体幹前傾位を保ちつつ腓腹筋と前脛骨筋が共同して働き、体重心の後方移動を行うことに関与すると考えられることから、着座動作の際に各筋の活動が全般的に高まったのではないかと考えられる。

３．起立動作と着座動作時の下肢筋活動の違いについて（群内比較）

健常高齢者群と虚弱高齢者群の各群内における起立動作と着座動作時の%MVC の比較では、虚弱高齢者群は低い座面・高い座面ともに大腿直筋、外側広筋、大腿二頭筋において、起立動作で有意に高かった。

また、健常高齢者群においても、高い座面では同様の結果が得られたが、低い座面のみ前述

の３筋の内、大腿直筋を除いた２筋に、起立動作時により高い活動を認めた。さらに、前脛骨筋と腓腹筋は、起立動作と着座動作時の活動が他筋と比べ有意に逆転している場合もあった。

これらより、健常高齢者群の低い座面からの起立・着座動作で若干異なるものの、膝伸筋群と大腿二頭筋の筋活動が起立動作時に、より高まることが伺われ、体重心の前後移動に関わる筋の働きは、起立・着座動作では大きな違いがないことが伺われた。

着座動作は、起立動作とほぼ逆の軌跡をたどるとされ、関節運動や関節モーメントにおいても大きな違いは無いとされている[18]。しかしながら、起立・着座動作における筋活動の比較について染矢ら[10]は、外側広筋については、着座動作の方が起立動作よりも筋活動が減少していたと報告している。

今回の結果においても、起立・着座動作では下肢筋の活動に違いが生じないことも考えられたが、実際は大腿直筋や外側広筋、大腿二頭筋などの膝伸展に関与する筋の活動が着座動作時に低下し、染矢らの報告と似た結果となった。

この原因については、今回の結果からは明確にはできないが、重力の影響も考えられるのではないかと考えている。すなわち、着座動作では、体重心の下方移動に際して、重力の影響で筋活動が少なくても着座が可能となる可能性があることを示しているのかもしれない。また、前脛骨筋や腓腹筋について、染矢ら[10]は起立・着座動作における下肢筋の働きについての報告の中で、前脛骨筋は起立・着座動作時の筋活動に差を認めなかったと報告している。

今回の結果においても、前脛骨筋と腓腹筋は、起立動作と着座動作時の活動に統計学的な差は認められず、染矢らの報告と一致した。これは、染矢らが述べているように、前脛骨筋や腓腹筋外側頭は起立動作の際に体重心を前下方へ移動させる原動力としてだけでなく、着座動作においても重心を後方に移動させる際に、下腿および足部を安定させる筋群の一つとして重要であり、そのために起立・着座動作において筋活動に差を認めなかったのではないかと考えられる。

今回の調査結果から、虚弱高齢者の起立・着座動作では、健常成人を対象とした調査と異なり、下肢筋に対してかなり高い負荷となっていることが認められ、筋力トレーニングに用いる妥当性が示唆された。

筋力トレーニングの条件設定としては、座面を低くし、起立動作を用いた方がより高負荷となることが分かったが、症例ごとにリスク管理を行いながら実施する必要があると考えられる。

今後は、症例ごとに起立・着座動作時の運動パターンと下肢筋活動の関係について調査し、起立・着座動作における各筋の働きを明確にすることにより、虚弱高齢者の筋力トレーニングや動作獲得に活かしたい。

【謝　　辞】

今回、本調査にご協力を頂いた対象者および各施設・団体の関係者各位に深謝いたします。

【文　　献】

１．藤原勝夫．高齢者の動作様式，藤原勝夫，碓井外幸，立野勝彦編，身体機能の老化と運動訓練（リハビリテーションから健康増進まで），東京，日本出版サービス，pp146-147，1996.

２．浅川康吉，高橋龍太郎，青木信雄，他．筋力と高齢者のADL－下肢筋力と転倒・ADL障害の関連－，PTジャーナル32（12）：933-937，1998.

３．Fiatarone. MA, Marks. EC, Ryan. ND，他．High-intensity strength training in nonagenarians.Effects on skeletal muscle, JAMA 263：3029－3034，1990.

４．西本勝夫，中村昌司，今井智弘，他．「椅子からの立ち上がり動作」を用いた訓練効

果の検討－後期高齢女性の下肢筋機能，重心動揺および歩行能力への影響－，理学療法科学14(4)：181-187，1999.
5．森明子，江口淳子，渡邉進．椅子の高さの違いが起立・着席動作時における下肢筋の筋活動に与える影響，川崎医療福祉学会誌13(1)：169-171，2003.
6．Aldo O. Perotto．筋電図のための解剖ガイド（四肢・体幹）第３版，栢森良二翻訳，東京，西村書店，pp140-191，1997.
7．大西秀明．動作筋電図，内山靖編，計測法入門，東京，協同医書，pp42-55，2000.
8．小林武．筋力計測器，内山靖，間瀬教史編，計測法入門，東京，協同医書，pp124-130，2000.
9．真田将幸，村上倫，一圓未央，他．ハンドヘルドダイナモメーターを用いた腓腹筋筋力測定(第１報)，理学療法学33(suppl２)：401，2006.
10. 染矢富士子，三秋泰一．椅子の高さの違いが立ち上がり動作の下肢・体幹筋の筋活動に与える影響，金大医保つるま保健学会誌29(2)：101-104，2005.
11. 大峰三郎．基本動作（階段昇降，歩行動作など）訓練が筋力増強に及ぼす影響について，理学療法学13：167-171，1986.
12. 武政誠一，日高正巳，徳原尚人，他．高齢者起立補助シートの開発（座面の上昇速度と前傾角度が使用者の身体・心理面に与える影響)，神大医保健紀要17：33-40，2001.
13. 池添冬芽，浅川康吉，羽崎完，他．高齢者における起居移動動作自立に必要な膝伸展筋力について，理学療法科学12(4)：179-181，1997.
14. 岡西哲夫．筋力増強運動，吉尾雅春編，標準理学療法学－運動療法総論第２版－，東京，医学書院，pp193-212，2006.
15. 猪飼哲夫．加齢と筋力，Journal of Clinical Rehabilitation 6(4)：348-354，1997.
16. Nuzik S,Lamb R,VanSant A, et al. Sit-to-stand movement pattern. Physical Therapy 66：1703-1713，1986.
17. 星文彦，武田涼子．起きあがり動作のメカニズム－椅子からの立ち上がり動作－，理学療法20(10)：1028-1036，2003.
18. 江原義弘，山本澄子．立ち上がり動作の分析，東京，医歯薬出版株式会社，pp32-81，2001.
19. 米田稔彦．姿勢調節障害の評価，奈良勲，内山靖編，姿勢調節障害の理学療法，東京，医歯薬出版株式会社，pp171-177，2004.

Examination of leg muscle activity in relation to rising and sitting movements in frail older people

Toru Morizane[1], Seiichi Takemasa[2], Norikazu Nakagawa[1]

ABSTRACT : The purpose of this study is to investigate leg muscle activity in relation to rising and sitting movements in frail elderly and examine their possible application for leg muscle strengthening. Subjects were 26 frail elderly (3 men and 23 women) with an average age of 84.9±5.8 years (73-98 years) and 10 healthy elderly (7 men and 3 women) with an average age of 72.0±3.6 years (69-80 years). Leg muscle activity during rising and sitting movements was measured by integrated electromyography. After standardized, the %MVCs of both groups were compared. In addition, the influence of the differences in both the seat height and movements during leg muscle activity was also examined.

The results showed that more than 30-90% MVC was observed in the leg muscles during rising movements in the frail elderly group. In particular, the vastus lateralis muscle showed an extreme high value of more than 90%. Moreover, during sitting movements as well, a high degree of activity of 26-60% was observed. Beside these findings, differences in the seat height and movements were also found to alter leg muscle activity. In conclusion, rising and sitting movements clearly constitute a high load for the leg muscles in frail elderly. This suggests that these movements could possibly contribute to strengthening the leg muscles. Further studies on the effects of the seat height and movement conditions are necessary.

Key Words : Rising, sitting movements, Frail elderly, Electromyography, Muscle activity

1. Department of Physical Therapy , Kansai Medical College
2. Department of Physical Therapy , Faculty of Health Sciences, Kobe University School of Medicine