スクワット支援機の開発

Development of squatting assist device

○張 揚 (大分大) 吉規 悠太 (大分大) 今戸 啓二 (大分大)

You CHO, Oita University Yuta YOSHIKI, Oita University
Keiji IMADO, Oita University

Keywords: Squat, Power assist, Scott-Russel mechanism

1.はじめに

高齢者では下肢筋力が低下すると、立ち上がりが困難になるほか、転倒し、骨折に至ることで臥床生活になる危険性が増す。高齢者にとって健康的で活動的な生活を維持するためには、適切な運動が必要である。なかでもスクワットは大腿四頭筋、大殿筋などの下半身の筋力アップのできる優れた運動である。しかしながら、筋力の衰えた高齢者が自力でスクワットすることは負担が大きく困難な場合が多い。そこで我々は筋力が弱い人でもスクワット可能な支援装置を開発している⁽¹⁾⁽²⁾。本研究はフォースプレートにより運動中の床反力を測定し、支援機による支援状態の評価と、支援機と被験者の同期性より被験者の運動能力を評価した。

2.実験方法

図1に支援機の構造を示す。駆動には出力 200W のギヤドモータを用いた。簡単のためモータの回転数は 40r/min と 60r/min とした。ギヤドモータの回転はクランク機構で往復動に変換し、ゴムベルトを介したスコットラッセル機構により座面の上下動に変換した。被験者は直径 65.5mm の樹脂パイプの周囲にスポンジを巻いた座面に体重の一部を預けスクワットする。被験者の不安定な運動を吸収するため、2本のゴムベルトを使用した。図2に実験法を示す。被験者は体重 57kg, 身長 1.68m, 年齢 23 歳の健常男性である。実験は支援機の有無、及び支援機との同期性についてスクワット中の床反力をフォースプレートにより測定することで比較評価した。なお、支援機無しの場合はメトロノームを使い、タイミングを合わせてスクワットを行った。

Fig.1 Model of squatting assist device

Fig.2 Experimental methodology

3.実験結果と考察

40rpm Synchronized and Mon-Synchronized

Fig.3 Floor reaction force-Lissajous Figure

図3に支援機に同期したスクワットと非同期にスクワットした場合の結果を示す。横軸は無負荷状態でのモータの回転角の余弦であり、 -1.0 は座面変位 Y が最低 $Y_{\min}$ 、 1.0 は最高 $Y_{\max}$ の時を示す。図3より床反力 F は座面変位の減少、即ちしゃがみ込みに伴い増大、立ち上がりに伴い減少することが分かる。図3のグラフデータを内包する仮想の閉曲線を求め、その面積を求めた。その結果、同期した場合は172、非同期の場合の面積は355と倍増した。運動能力が高い人は支援機に頼らずリズムカルにスクワット可能なことから、閉曲線の面積は小さくなると考えられる。一方、運動能力の低い人は支援機の動きに位相遅れを生じ、リサージュ図形は不定形となり閉曲線の面積は増大する。このことより閉曲線の面積より被験者の運動能力が評価可能と考えられる。

次に、図4と5に支援機の有無の場合についての床反力計のリサージュ図を示す。

Fig.4 Floor reaction force-Lissajous Figure

Fig.5 Floor reaction force-Lissajous Figure

モータの回転数40rpmの場合、支援機なしでの面積は228である。一方、支援機を使用した場合、面積は172となり、面積は75%に減少した。同様にモータの回転数60rpmの場合、支援機なしでの面積は356であるが、支援機を使用すれば186となり、面積は52%に減少する。これらより支援機を使うことで、スクワット運動の床反力の変動は減少することが分かる。

4. 結論

支援機の座面変位と床反力の同期状態を評価することで、被験者の運動能力を評価した。支援機を使うことにより、スクワット運動の床反力の変動は減少した。

5. 参考文献

- (1) 今戸 他：スクワット支援装置の開発，生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2010 講演論 (WWLS2010) CD-ROM, 1D2-1 p.117-118.
- (2) 張 他：関西支部 第88期定時総会講演会講演論文集，2013, 1019 GS-2 p.10-20.