

## 最終試験の結果の要旨

報告番号	保研 第 31 号		氏名	竹下 康文
審査委員	主査	榎間 春利		
	副査	大重 匡	副査	永野 聡
	副査	窪田 正大	副査	田平 隆行

主査及び副査の5名は、令和4年12月22日18時から19時に、学位請求者 竹下康文 に対し、論文の内容について質疑応答を行うと共に、関連事項について試問を行った。

具体的には、以下のような質疑応答がなされ、いずれについても満足すべき回答を得ることができた。

- 【質問1】 解析に筋骨格モデルシミュレーションを用いたのはなぜか。
- 【回答1】 ブリッジ運動では人体に作用する外力のすべてを計測することができないため用いた。
- 【質問2】 今回のモーションキャプチャーを行う際に用いたマーカー数は一般的か。
- 【回答2】 先行研究においても一般的であるPlug-in-gaitモデルを参考にしており、一般的なものである。
- 【質問3】 今回の腰背部についての結果をどのように臨床へ応用するか。
- 【回答3】 腰痛や腰椎の変形を呈する症例では、ブリッジ運動を行う際に膝関節の屈曲角度を大きくし、椎体間関節や腰部筋への負荷が小さい状態から開始し、徐々に屈曲角度を小さくしていくことで負荷量を調節するなどの応用ができる。
- 【質問4】 筋張力と関節反力の時系列な分析は行ったか。また、筋電図はどのように処理したか。
- 【回答4】 各個人の時系列データを分析し、挙上位を保持している1秒間がピーク値であることを確認した。情報量が過多になるため論文には記載することができなかった。筋電図についても関節反力や筋張力と同様の処理を行っており、ブリッジ運動で挙上位を保持している1秒間のデータを全波整流した後に平均値を算出し、代表値とした。
- 【質問5】 運動の口頭指示はどのように与えたか。また、上肢による支持は結果に影響を与えないか。
- 【回答5】 開始肢位を規定し、股関節を最大伸展するよう指示を与えた。上肢については、特に指示を与えなかった。今回はシミュレーションにより、運動時の関節や重心の運動、姿勢をもとに床反力を推定しているため、上肢の支持による影響は小さいと考えている。
- 【質問6】 今回の股関節反力についての結果をどのように臨床へ応用するか。
- 【回答6】 変形性股関節症や人工関節置換術の患者にブリッジ運動を用いる際には、膝関節屈曲角度を小さくすることで股関節への負荷を小さくすることができる。
- 【質問7】 大内転筋の筋活動は計測したか。
- 【回答7】 計測を行ったが、隣接する筋の活動がクロストークとして計測されており、分析できなかった。
- 【質問8】 筋張力は表面筋電計で得られる筋活動よりも優れている指標と考えているか。
- 【回答8】 どちらにもメリットとデメリットがあり、補完していると考えている。筋張力は表面筋電計では計測できない深部筋も分析でき、筋の力学的負荷を推定することができる。しかし、あくまで推定値であるため、精度については筋電計に劣る。一方、筋電計は筋活動を直接計測できるが、皮下脂肪が厚いと精度が低いことが指摘されている。また、筋活動が低い場合には筋張力と直線的な比例関係にならないため、解釈に注意が必要である。
- 【質問9】 結果の標準偏差の大きさについてはどのように解釈しているか。
- 【回答9】 今回はデータの正規分布を確認したうえで統計解析を行っているため、大きな問題はないと考えている。反射マーカー数の増加等により、モーションキャプチャーの精度を高めることで個人間のバラツキを小さくできると考えている。

【質問10】 股関節反力は他の運動と比較して大きいか。

【回答10】 先行研究や修士課程での検討では歩行やスクワットなどと同等である。ブリッジ運動は臥位での運動でありながら立位での運動と同等の股関節反力を生じる。

【質問11】 シミュレーションで算出した筋張力と表面筋電計で計測した筋活動の結果が異なった場合、どちらが正しいと解釈できるか。

【回答11】 筋張力と筋活動のどちらが正しいかについては、結論は出していない。表面筋電計は表面に露出し、隣接する筋がない筋については精度が高いと考えているが、深部筋についてはシミュレーションにより得られる筋張力の方が妥当と考えられる。

【質問12】 ブリッジ運動はどのような筋をトレーニングする目的で用いられるか。

【回答12】 脊柱起立筋や多裂筋のような体幹背部の筋、および大殿筋や大腿二頭筋など股関節伸筋群をトレーニングする目的で用いられることが多い。

【質問13】 腸腰筋や大腿四頭筋の筋張力についても膝関節角度によって変化すると予想されるか。

【回答13】 解析は行ったが、主動作筋ではないため筋張力は非常に小さかった。

【質問14】 筋骨格モデルシミュレーションソフトにはどのようなモデルが含まれるか。

【回答14】 今回用いたソフトには、ヨーロッパ人男性を基にしたモデルのみが含まれている。しかし、先行研究では女性に適応させて分析した報告もある。より、詳細なモデルとしては対象者の3DCTからモデルを作成する方法ある。

【質問15】 モデルの精度が進歩した場合、今回の結果が変わる可能性はあるか。

【回答15】 本研究で分析した筋張力と関節反力は推定値であるため、その可能性は否定できない。この点については、本研究の限界と考えている。

以上の結果から、5名の審査委員は本人が大学院博士課程修了者としての学力と識見を十分に具備しているものと判断し、博士(保健学)の学位を与えるに足る資格をもつものと認めた。