

柔道選手の外乱刺激時の筋反応時間の解析 -頸部外傷予防を目的として-

Analysis of muscle reaction time at perturbation of judo players

-For cervical injury prevention-

スポーツ医科学研究領域

5016A034-8 濱田 麗

研究指導教員：金岡 恒治 教授

【緒言】 柔道競技などのコンタクトスポーツでは頸部外傷の発生頻度が高く、時には死亡事故や重篤な後遺障害が発生しているため予防策を講ずる必要があると考える。頸部外傷のリスクファクターは様々であり、本研究では研究 1 で MRI により頸椎アライメントを解析し柔道選手の頸椎アライメントを明らかにし研究 2 では乱刺激を与えた際の筋反応時間を解析し柔道選手の姿勢制御能力を明らかにした。

(研究 1)大学柔道選手とラグビー選手の頸椎アライメント解析

【方法】 対象は頸部 MR 撮影によるメディカルチェックを受けた男子大学柔道選手 38 名（年齢 19 ± 1 歳、身長 171.5 ± 3.7 cm、体重 79.9 ± 14.1 kg）を柔道群、男子大学ラグビー選手 28 名（年齢 18 ± 0 歳、身長 176.2 ± 4.9 cm、体重 79.0 ± 9.6 kg）をラグビー群とした。MR 装置を用いて仰臥位にて頸椎正中矢状断 T2 強調画像を撮影し、画像解析ソフト ImageJ を用い、第 2 頸椎椎体下縁と第 7 頸椎椎体下縁に直線を引き、その直線に対する垂線のなす角を頸椎前弯角として算出した。各群で前弯角が 5° 以上あるものを前弯群、 5° 以下のものを前弯なし群と分類し、競技別頸椎角度に對し対応のない t 検定、 χ^2 検定を用い競技における頸部前弯角の割合を比較した。有意水準は 5% とした。 **【結果】** 柔道群の平均前弯角は $-0.28 \pm 8.51^\circ$ 、ラグビー群は $7.58 \pm 6.84^\circ$ であり、柔道群はラグビー群と比べ有意に前弯角度が小さく ($p < 0.001$) (図 1)、柔道群は前弯ありの者が 9 名、前弯なしの者が 29 名で、ラグビー群は前弯ありの者が 18 名、前弯なしの者が 10 名であり、柔道群はラグビー群に比べて前弯なしの者が有意に多かった ($p = 0.001$)。

【考察】 頸椎前弯が消失する原因の 1 つに頸部屈曲筋力の強化による伸展屈曲筋力比の不均衡があり、その不均衡も各競技でのプレースタイルの違いから生じるものであると考える。ラグビー群は Heads Up でのプレーのため頸部伸展が優位である一方、柔道群は繰り返される受け身によって頸部屈曲筋が強化され頸部屈曲筋が優位となり頸椎前弯の消失が生じたと示唆される。 **【結論】** MRI を用いて大学柔道選手と大学ラグビー選手の頸椎アライメントを比較した結果、大学柔道選手はラグビー選手と比較して頸椎の前弯が小さかった。

(研究 2)柔道選手の外乱刺激時の筋反応時間の解析

【方法】 大学体育会柔道部に所属する柔道競技歴が 3 年以上の柔道選手 10 名（年齢 21 ± 2 歳、身長 170.7 ± 5.1 cm、体重 81.4 ± 9.1 kg）を柔道群、健常成人男性 8 名（年齢 23 ± 1 歳、身長 173.1 ± 5.2 cm、体重 65.7 ± 6.3 kg）を Control 群とした。重心動揺計の上に静止している被験者に体重の 10% の重錘をつけたハーネスを装着させ、重錘の落下で前方への外乱刺激を加えた。外乱刺激が予測可能条件と予測不可能な 2 条件をランダムで実施し、その時の筋活動と重心動揺を計測した。外乱負荷に対しては可能な限り姿勢を保持し、姿勢が崩れた場合は可及的速やかに元の姿勢へ戻るように指示した。筋活動は無線筋電計を用い被験筋は、内腹斜筋(IO)、外腹斜筋(EO)、腹直筋上部(URA)、腹直筋下部(LRA)、多裂筋(MF)、胸部脊柱起立筋(TES)、腰部脊柱起立筋(LS)、大殿筋(GMax)、中殿筋(GMed)、大腿直筋(RF)、大腿二頭筋(BF)、長内転筋(ADD)、腓腹筋内側頭(GC)、前脛骨筋(TA)の 14 筋ですべて右側を計測し、筋発火時間は Integrated Profile 法を用い算出した。実際に身体に与えら

れた外乱を測定するためにロードセルで最大牽引力を測定した。また、重心動揺計を用いて前後方向の最大重心動揺値を測定した。柔道群と Control 群間、予測の有無の比較および、外乱後の筋発火時間、牽引力あたりの重心動揺移動量に対して対応のない二元配置分散分析を行い、交互作用を認めた筋に対しては事後検定は Tukey 法を用いた。有意水準は 5%とした。【結果】非予測条件の EO、ADD、GC において柔道群 ($94.1\pm44.2\text{ms}$ 、 $98.3\pm28.2\text{ms}$ 、 $57.9\pm35.3\text{ms}$) は Control 群 ($139.4\pm33.3\text{ms}$ 、 $168.9\pm47.4\text{ms}$ 、 $103.1\pm36.8\text{ms}$)と比較して有意に筋発火時間が早く(図 2)、14 筋の中で GC が最も早い筋発火を認めた。柔道群と Control 群の二群間に TES、GMed、MF に主効果を認めた ($p=0.012$ 、 $p=0.009$ 、 $p=0.002$)。TES、GMed、MF は条件に関わらず柔道群($102.5\pm31.9\text{ms}$ 、 $113.3\pm29.8\text{ms}$ 、 $95.6\pm42.6\text{ms}$)は Control 群($134.9\pm39.4\text{ms}$ 、 $149.4\pm45.7\text{ms}$ 、 $140.8\pm39\text{ms}$)と比べて有意に筋発火時間が早かった。重心移動量においては柔道群が Control 群に比べ小さい値を示したが群間に有意な差を認めなかった。

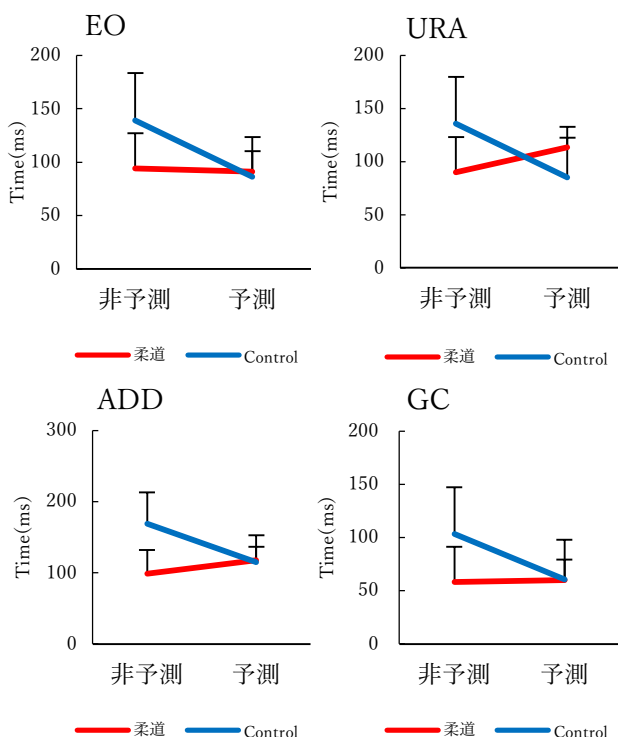


図 1：群間・条件間での筋発火時間の比較

【考察】EO、ADD、GC において柔道選手は外乱刺激に対し予測の有無に関わらず Control 群より早い筋発火を認め

た。それは畳上での長年に渡る稽古での繰り返される前後左右への外乱に対する筋固有反射が促通されたためであると考える。柔道群は GC が 14 筋の中で最も早い筋活動を示したことから足底固有受容器が発達しており、また GC の筋紡錘や腱紡錘が特に発達しているため早い伸張反射が生じ、身体の立ち直り反射が行われたと考える。

【結論】前方への外乱を与えた際の筋活動、重心動揺を測定し、姿勢制御機構について予測の有無での柔道選手と一般成人男性で比較した。重心移動量においては群間に差を認めなかったが、外腹斜筋、長内転筋、腓腹筋、胸部脊柱起立筋、中殿筋、多裂筋において柔道選手は外乱刺激に対する活動が一般成人男性に比べ早く、柔道選手は予測の有無に関わらず腓腹筋の筋発火時間が早く、外乱に対して腓腹筋の伸長反射から姿勢調整が行われていると推察する。

(研究 1.2)総括

柔道選手はラグビー選手と比較して頸椎前弯が小さく、解剖学的に頸部外傷のリスクが高いことが示唆される。さらに柔道選手は外乱を与えた際に一般成人男性に比べ、外腹斜筋、長内転筋、腓腹筋、胸部脊柱起立筋、中殿筋、多裂筋の筋発火時間が早く、姿勢制御に貢献していることが示唆された。それらの筋の機能低下が生じた場合姿勢制御に影響を及ぼし、相手に投げられ易くなる可能性が考えられ、状況によっては頸部外傷のリスクとなると考える。