

氏名	川井 謙太朗 <sup>かわい けんたろう</sup>
学位の種類	博士（スポーツウエルネス学）
報告番号	甲第482号
学位授与年月日	2018年3月31日
学位授与の要件	学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号) 第4条第1項該当
学位論文題目	投球障害肩に関与する身体機能因子とカットオフ値の検討 -有症状群と無症状群の比較-
審査委員	(主査) 加藤 晴康 (立教大学大学院コミュニティ福祉 学研究科教授) 沼澤 秀雄 (立教大学大学院コミュニティ福祉 学研究科教授) 石井 秀幸 (立教大学大学院コミュニティ福祉 学研究科特任准教授) 岩間 徹 (岩間整形外科院長、日本リトルシニア 野球協会顧問医)

## I. 論文の内容の要旨

### (1) 論文の構成

論文は、第I章に緒論として、これまでの研究に関する紹介や本研究の意義を述べている。第II章に研究1、第III章に研究2として、上腕骨頭後捻角度の測定方法とその計測値の信頼性および肩関節と肩甲帯周囲筋力の測定方法とその測定値の信頼性を調べ、第IV章にこれらの方法と信頼性を検討した。第V章は研究3として、研究2と3をもとに投球肩障害を生じるリスクとなる身体的機能因子について述べた。第VI章で本研究の考察と結論を述べ、第VII章で今後の課題を述べた。

### (2) 論文の内容要旨

野球投手において、投球動作時に、肩関節に痛みのある有症状群と痛みのない無症状群の2群間における身体的特徴(身体機能)の相違を見だし、さらに投球障害肩に関与する身体機能因子とそれらのカットオフ値を明らかにすることで、理学療法士(Physical Therapist: PT)が行う投球障害肩症例(投手)に対する治療に科学的根拠を持たせることを目的とした。つまり、物語に基づく医療(Narrative-Based Medicine: NBM)中心のPTの今までの治療に加え、科学的根拠に基づく医療(Evidence-Based Medicine: EBM)を融合した治療に転換することを目的とした。

身体的機能評価としては、評価項目の妥当性を加味するうえで、原の原テスト(野球肩理学所見11項目)、田中らのMedical check system(肩・肩甲帯機能12項目、体幹・股関節・足部機能6項目、計18評価項目)評価項目を参考に、本研究では、東京慈恵会医科大学スポーツ・ウェルネスクリニックの臨床において、投球障害肩症例に対して施行している肩関節・肩甲帯機能(肩関節機能)21項目、体幹・下肢機能11項目、計32項目を評価対象項目とした。肩関節機能項目(21項目)としては、1)上腕骨頭後捻角度(後捻角)、2nd肢位における後捻角の影響を除いた2)外旋角度(補正外旋角度)、3)内旋角度(補正内旋角度)、4)SSD、5)CAT、6)HFT、7)HERT、8)SRT、9)ISP、10)SSC、11)SSP、12)ET、13)EPT、14)Full can test、15)Empty can test、16)小円筋test、17)Lift off test、18)前鋸筋筋力test、19)僧帽筋中部線維筋力test、20)菱形筋筋力test、21)Muscle strength of the lower trapezius testとした。体幹・下肢機能項目(11項目)としては、22)Modified trunk rotation test、23)上体そらしtest、24)The Bench test、25)Sideways Bench test、26)FFD、27)HBD、28)SLR、仰臥位で股関節と膝関節90°屈曲位での29)HER、30)HIR、31)足関節底屈角度、32)足関節荷重位背屈角度とした。

研究は1、2、3とし、研究1では、超音波画像診断装置を使用した上腕骨頭後捻角度(後捻角)の測定方法の信頼性について、検者内信頼性を級内相関係数(ICC)(1,1)を用いて測定することを目的とした。研究2では、徒手筋力測定評価器(Hand-Held Dynamometer: HHD)を使用した肩関節・肩甲帯周囲筋(肩関節周囲筋)の筋力測定方法の信頼性について、

検者内信頼性をICC (1, 1) を用いて測定することを目的とした。研究1, 2を事前に確認した上で、研究3として、本研究の目的である投球動作時に、肩関節に痛みのある男性硬式野球投手（有症状群）と痛みのない男性硬式野球投手（無症状群）の2群間における身体的特徴（身体機能）の相違を検討し、さらに投球障害肩に関与する身体機能因子とそれらのカットオフ値の分析をすることを目的とした。

研究1：投球障害肩と診断された男性硬式野球投手20例40肩（平均年齢19歳）に対して、超音波画像診断装置を使用した上腕骨頭後捻角度（後捻角）の測定方法の信頼性について、検者内信頼性をICC (1, 1) を用いて測定した。ICC (1, 1) は、投球側：0.96 ( $p < 0.05$ )、非投球側：0.94 ( $p < 0.05$ )、であった。投球側、非投球側ともにICC (1, 1) が0.94以上 ( $p < 0.05$ ) の相関係数が得られたことから、この後捻角の測定方法は検者内信頼性に優れた検査方法であることが確認された。

研究2：健常成人男性20例40肩（平均年齢25歳）に対して、HHDを使用した肩関節周囲筋の筋力測定方法の信頼性について、検者内信頼性をICC (1, 1) を用いて測定した。すべての筋力測定方法（右側、左側）でICC (1, 1) が0.92以上 ( $p < 0.05$ ) の相関係数が得られたことから、本研究のHHDを使用した肩関節周囲筋のすべての筋力測定方法は検者内信頼性に優れた検査方法であることが確認された。

研究1, 2の結果より、本研究の目的である研究3を行うにあたり、いずれの測定方法（上腕骨頭後捻角度・HHDを使用した肩関節周囲筋の筋力測定）の検者内信頼性は十分であるとの結果となった。

研究3：投球障害肩症例（投手）に対するPTの治療に科学的根拠を持たせることを目的に、投球動作時に肩関節の痛みを有する平均年齢18歳の男性硬式野球投手44例（有症状群）と痛みのない平均年齢18歳の男性硬式野球投手36例（無症状群）の2群間における身体的特徴（身体機能）の違いについて比較検討し、さらに投球障害肩に有意に関与する身体機能因子を抽出し、それらのカットオフ値を算出した。その結果、有症状群と無症状群間の投球側の比較では、補正外旋角度は有症状群が無症状群に比べて有意に大きくなっていたが ( $p < 0.05$ )、補正内旋角度、HFT、SRTは有意に小さく ( $p < 0.05$ )、inner muscle筋力 (Full can test・Empty can test・小円筋test・Lift off test)、僧帽筋下部線維筋力 (Muscle strength of the lower trapezius test) は有症状群が無症状群に比べて有意に低くなっていた ( $p < 0.05$ )。有症状群と無症状群間の非投球側の比較では、HIRのみ有症状群が無症状群に比べて有意に小さくなっていた ( $p < 0.05$ )。投球障害肩に有意に関与する因子としては、SRT、補正内旋角度、Muscle strength of the lower trapezius testの順に3項目が抽出され ( $p < 0.05$ )、それぞれのカットオフ値は、 $21.5^\circ$ 、 $35.5^\circ$ 、55.15Nであった ( $p < 0.05$ )。

この、投球障害肩に有意に関与する因子の結果は、田中らが野球選手の身体機能評価項目として重要視している2項目 (SRT, Muscle strength of the lower trapezius test) と一致した。本研究では、2nd肢位での肩回旋可動域の中でもさらに詳細に、後捻角の影響を除いた補正回旋角度を計測したところ、補正内旋角度も投球障害肩に関与する重要な因子

として抽出された。2nd肢位での肩回旋可動域を測定する従来の方法では上腕骨の後捻角を考慮していないものであったが、本研究では、超音波画像診断装置を用いることによって、上腕骨の後捻角を差し引いた回旋可動域の測定が可能となり、補正内旋角度が小さいこと、すなわちPSTが、投球障害肩における重要な因子として抽出されたことは意義が深い。従来から、投球障害肩におけるPSTの関与が指摘されていたが、本研究によって初めてこれが裏付けられたものとする。

以上のような特徴的な身体機能を有する投球障害肩症例（投手）は、効率的な運動連鎖を遂行するための投球動作は困難であるため、器質的かつ機能的な身体的問題を解決する必要がある。今回の研究から、器質的には、投球障害肩に有意に関与する因子として抽出された可動域項目2つ（SRT、補正内旋角度）、筋力項目1つ（Muscle strength of the lower trapezius test）を優先的に評価し、治療する必要があると考える。また、有意に関与する3つの項目すべてにおいて、カットオフ値を算出できたことより、投球障害肩症例（投手）の治療の際、具体的な改善目標値として設定することが可能となった。つまり、SRTのカットオフ値は $21.5^{\circ}$ であったのに対して有症状群の投球側SRTは平均 $19.4^{\circ}$ であり、約 $2^{\circ}$ の改善を図る必要がある。同じく、補正内旋角度のカットオフ値は $35.5^{\circ}$ に対して有症状群では平均 $27.6^{\circ}$ であり約 $8^{\circ}$ の改善を、Muscle strength of the lower trapezius testのカットオフ値は55.15Nに対して有症状群では平均51.8Nであり約3Nの改善を図るといった目標値を客観的に数値化でき、われわれPTに加え、患者自身にも改善目標値として提示できると考える。さらに、これらの器質的な問題が解決された後は、投球動作においてこれらが機能的にも改善しているかを評価し、正しい運動連鎖に伴う投球動作を獲得することが重要である。

結語：投球動作時に、平均年齢18歳の肩関節に痛みのある男性硬式野球投手（有症状群）と痛みのない男性硬式野球投手（無症状群）の2群間における身体的特徴（身体機能）の相違について検討し、さらに投球障害肩に関与する身体機能因子とそれらのカットオフ値を算出した。その結果、投球障害肩に有意に関与する因子として、SRT、補正内旋角度、Muscle strength of the lower trapezius testの順に抽出され、また、それぞれのカットオフ値として $21.5^{\circ}$ 、 $35.5^{\circ}$ 、55.15Nが算出された。PTが高校生～成人の投球障害肩症例（投手）に対して評価・治療を施行する際、優先的にこれらの項目（SRT、補正内旋角度、Muscle strength of the lower trapezius test）を評価し、また、これらのカットオフ値を目標値として治療を施行することで、PTが今まで施行してきたNBM中心の治療に加え、EBMを融合した治療に転換できる可能性が示唆され、PTの治療に科学的根拠を持たせることができると考えた。

## II. 論文審査の結果の要旨

### (1) 論文の特徴

投球障害肩は、若い野球選手、主に投手にとって発症頻度が高いスポーツ障害である。投球障害肩の治療に関しては、今なおエビデンスレベルの高い治療方針が確立していない現状である。そのため、初期に有効な治療が受けられないことにより、悪化と軽快を繰り返してしまう症例があり、若い年代で投球障害肩を発症した野球選手が、ケガのためアスリートとしての野球を止めなければならなくなった症例は少なくない。また、スポーツ障害は治療より予防が重要であると言われているが、この投球障害肩の予防は、投手の投球数の制限が主とした予防となっている。しかし、選手によってそれぞれ異なる肩や投球フォームをもっているのに、すべての投手が同じ投球制限で投球障害肩を予防法とすることは、その妥当性が低いと考える。この問題は、効果的な投球障害肩の予防法がないことによるものである。この投球障害肩を予防したり、有効な治療法を確立したりするには、投球障害肩の身体機能因子を明らかにして、その問題点を解決する必要がある。本研究は、このような問題を解決するために行われた研究である。

これまで、投球障害肩に生じる身体機能因子や臨床所見について、さまざまな報告がされている。しかし、これらの報告は多岐にわたり、一定の見解が得られていない。本研究は、投球障害肩に発症する可能性のある臨床所見を検討し、その特異度や信頼度の高い臨床所見・身体機能因子を明らかにしたことが、本研究の特徴である。

これまでの投球障害肩の多くの報告から、肩関節・健康体機能に関する臨床所見を21項目、体幹・下肢機能に関する臨床所見を11項目選び出した。これらの計32項目の臨床所見を調べるためには、解剖学的な上腕骨頭後捻角度を調べることで、関節可動域(角度)を測定することや筋力を測定することが必要となる。本研究では、関節可動域や筋力の正確な測定が必要であり、これまでの報告はこれらの値の信頼性が低いことが研究の信頼性に影響を及ぼしていた。つまり、この関節可動域や筋力を測定する上において、2つの大きな問題点があり、これまで正確な報告が行われてきていなかった。1つは、個々の被験者が持っている上腕骨頭後捻角度による関節可動域の補正である。これは関節可動域を正確に測定するためには上腕骨頭後捻角度を誤差として扱ってきた論文がほとんどであり、そのため関節可動域に関するデータへの信頼性が低下し、正確な結果を導き出せていないことが指摘されていた。また、2つ目は筋力の評価である。臨床で行われる筋力評価は一般的に徒手筋力テストといい、個人が判断する大まかな評価である。これは、臨床現場では一般的に行われている評価であるが、研究データとしては曖昧な定量化できない評価である。この筋力評価を、信頼性のある定量化可能な測定を行う必要があるが、この評価がこれまで十分に行われていなかった。本研究では、比較的新しい徒手筋力測定評価器で定量的に数値化することを行った。この徒手筋力測定評価器の測定値は誤差が出る可能性があることが指摘されている。その理由は、同一検者での測定値のばらつきや、検者間での

ばらつきが生じる可能性があり、その問題を解決する必要がある。本論文では、この測定値のばらつきは、検者による機器の習熟度によるものであるとし、このテーマを研究2で十分に検討し、本機器を研究に使用してよい条件を算出している。

最後の研究3において、障害のある投手と障害のない投手を、この32項目を調べることにより、投球障害肩に関与する臨床所見、身体機能因子を明らかにした。この投球障害肩の身体的機能因子を詳細な評価を行うことで、その結論を導き出したことは、本論文の最大の特徴である。

## (2) 論文の評価

これまで投球障害肩の治療において、熟練した医師や理学療法士などのみが効果的な治療を行うことができるという傾向にあった。これは投球障害肩の治療が経験的に行われていて、**evidence-based** の治療法の検討が行われにくいことが理由である。また、このような熟練した医療従事者がいない場合には、安静と物理療法が唯一の治療法であるが、残念なことに、この投球障害肩は安静のみでは軽快しない症例がたくさん存在している。本論文は、この投球障害肩の問題点である身体的機能因子を明らかにすることにより、投球障害肩を効率よく軽快するための **evidence-based** の治療法を示す基礎的なデータを明らかにできた画期的な研究である。

本研究では、投球障害肩を評価する上で、身体的機能因子の低下している項目を見つけ出すことを試みている。身体的機能因子の中には、関節の角度を測定する可動域の評価と、肩関節および肩甲帯周囲の筋力を評価することが必要となっている。この可動域の評価を測定するに当たり、上腕骨の生まれつきの形（上腕骨頭後捻角）を考慮に入れることが難しいこと、筋力を正確に定量的に測定できないことが、これまでの研究において大きな問題となっていたが、この問題を研究1と研究2として位置づけ、十分にこの問題を解決していることは評価に値する。また、この研究1と2は、研究3を行う上で、とても重要な役割を占めていて、本論文としての信頼性を高いものにしていく。

研究3では、32種類の身体的機能因子を詳細に評価している。これまでの同様の論文では、被験者を投手ではあるが投球肩と非投球肩とを比較したものや、投手ではない野手を被験者に加えたりしたものがほとんどである。このようにトップアスリーの投手だけを集め、投球障害肩を発症している選手としていない選手を、これだけの項目に関して比較検討した論文はほとんどない。これだけの貴重なデータから、肩関節 **second position** における肩関節補正内旋角度、**Scapula Retraction Test**, **Muscle strength of the lower trapezius test** の3つの身体的機能因子が有意に投球障害肩に認められることが明らかになった。これは、今後、投球障害で悩んでいる投手に対して、早期発見と治療方針を示すための足掛かりとなる最初の画期的な発見である。この3つ身体的機能因子・臨床所見を投手に対して調べることにより、その投手が低下している身体的機能因子を明らかにすることができ、これにより投球障害肩の大きな身体的問題を明らかにすることができた。ま

た、この3つの因子において、投球障害肩が示す異常値（カットオフ値）を明らかにすることができたことは、この3因子をすべての野球選手に行うことができれば、スクリーニングとして投球障害肩の予防的な取り組みを発進させることができる。これは、この野球障害肩の新しい予防的取り組みの根拠となる最初の論文になるはずである。本論文には記載はないが、申請者は理学療法士であり、すでに本研究の結果をもとに投球障害肩の治療を開始し、有効な効果を得ることが可能であったというデータを公聴会で示している。

以上より、本研究では、そのテーマの着眼点、研究計画を進めて行く上での研究方法の緻密性、十分な被験者数、得られたデータの統計学的解析とその考察、論文の記述方法など博士学位論文の研究として評価できると判断した。