

■総 説

身体の柔らかさはスポーツ障害・外傷の発生に どう影響するか？

How Does the Ability to Bend Easily Influence the Incidence of Sports Injuries?

相澤 杏莉¹⁾ 斎 綾乃¹⁾ 長井 幸美¹⁾
堀井 旺歩¹⁾ 山田 佳奈¹⁾ 佐々木 誠²⁾

ANRI AISAWA, PTS¹⁾, AYANO SAI, PTS¹⁾, YUKIMI NAGAI, PTS¹⁾,
OBU HORII, PTS¹⁾, KANA YAMADA, PTS¹⁾, MAKOTO SASAKI, RPT, PhD²⁾

¹⁾Course of Physical Therapy, School of Health Sciences, Akita University

²⁾Department of Physical Therapy, Graduate School of Health Sciences, Akita University: 1-1-1 Hondo, Akita-shi, Akita 010-8543, Japan TEL +81 18-884-6528 E-mail: masasaki@hs.akita-u.ac.jp

Rigakuryoho Kagaku 37(1): 123–128, 2022. Submitted Jul. 21, 2021. Accepted Sep. 20, 2021.

ABSTRACT: The purpose of this paper is to focus on the ability to bend easily, to refer to its definitions, as well as age-related changes and sex differences in it, and to clarify the influences of flexibility and joint laxity on the incidence of sports injuries, in order to discuss the effect of stretching and other interventions provided as preventive approaches against such injuries to improve flexibility. The ability to bend easily is primarily expressed as flexibility and joint laxity, both of which decrease with age. Joint laxity is influenced by menstruation cycles in females. Decreased flexibility in each part of the body increases the incidence of sports injuries, and a high degree of joint laxity increases vulnerability to them. Improving flexibility without causing joint laxity is important for the prevention of sports-related injuries. This paper mainly demonstrates the significance of stretching to prevent injuries in various sports events.

Key words: flexibility, joint laxity, sports injuries

要旨：本稿の目的は、身体の柔らかさに着目し、その定義づけ、加齢変化、性差に言及し、スポーツ障害・外傷の発生に柔軟性と関節弛緩性がどう影響するかを示し、この発生の予防として行われているストレッチを中心とした介入の柔軟性向上に対する効果に言及することである。身体の柔らかさは、主に柔軟性と関節弛緩性で表現され、これらは加齢とともに低下し、関節弛緩性は女性の月経周期によって影響される。身体各部の柔軟性の低下は障害・外傷の発生頻度を高め、一方で関節弛緩性が高い場合には障害・外傷を起こしやすい。関節弛緩性を生じない範囲で柔軟性を向上させることは、スポーツに起因する怪我を予防するのに重要であり、いくつかのスポーツ種目について、障害・外傷を予防するための、主にストレッチの有意義性を提示した。

キーワード：身体柔軟性、関節弛緩性、スポーツ障害・外傷

¹⁾秋田大学 医学部 保健学科 理学療法学専攻

²⁾秋田大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 理学療法学講座：秋田県秋田市本道1-1-1(〒010-8543)

TEL 018-884-6528

受付日 2021年7月21日 受理日 2021年9月20日



I. はじめに

身体の柔らかさは、一般的に障害予防や競技パフォーマンスの向上、体力の向上に欠かせない要素であり、柔軟性が高いほど障害や外傷が起こりにくいと考えられている。しかし、加齢や性差が柔軟性に与える影響、あるいはスポーツ障害・外傷に柔軟性が与える影響については様々な報告があり、一致した見解は得られていない。さらに、身体の柔らかさをどう捉えるか、関節の弛緩性（可動域）や筋・腱の伸張性など様々であるが、そもそも身体の柔らかさとは何を示すものなのか明確ではない。

本総説の目的は、文献調査により、身体の柔らかさの定義を示し、その加齢変化との関係、月経周期を含めた性差との関係、スポーツ障害・外傷との関係を明らかにし、さらには、身体の柔らかさの視点からスポーツ障害・外傷の予防の効果について言及することである。

II. 身体の柔らかさとは何か？

身体の柔らかさは柔軟性（flexibility）や可動性（mobility）で表現される。可動性が運動動作のなかで、自らコントロールすることによって動かすことのできる範囲を指すのに対して、柔軟性は外力が加わって筋や軟部組織が伸びて動く範囲を指す。これらの用語の違いは、多くの場合厳密に区別されていないと考えられる。

柔軟性を意味する名詞“flexibility”は、“曲がる”を意味するラテン語の動詞“flectere”や形容詞“flexibilis”に由来する。関節柔軟性は、いくつかの文献¹⁻⁵⁾を総合すると、「身体の関節の可動範囲内で身体運動を円滑に、しかも広範囲に動かすことのできる性能のこと」と定義される。

関節柔軟性の定量化の方法として、体力測定における立位体前屈や長座体前屈がある。これらの測定方法は検者に特別な技術を要求しないため、多くの被検者を対象とする際に活用できるという利点がある。立位体前屈や長座体前屈には、身体を構成する多くの関節が関与するため、それらの測定値は全身の柔軟性の指標として用いられてきた。しかし、リハビリテーションなどで特定の関節における傷害からの回復過程を定量化する場合や、スポーツ選手などを対象として特定の関節の柔軟性を評価する際には、全身の柔軟性を対象とする方法では不十分であることも指摘してきた^{6,7)}。

そこで、関節ごとに柔軟性を定量化するものとして、関節可動域（range of motion：以下、ROM）の計測が広く行われるようになった^{8,9)}。ROMとは、身体の各関節が、傷害などが起きないで生理的に運動することができる範囲（角度）のことである。解剖学的に正常な可動範囲の角度と運動方向が定められている。臨床においては、

角度計を用いて ROM を測定し、関節の弛緩性や筋のタイトネスを定量化する。ROM は能動的なものと受動的なものとに分けられる。能動的な ROM は、自らの筋力により関節を動かすことのできる範囲であり、受動的な ROM は、外力により関節が動かされる範囲である。

柔軟性には静的なものと動的なものとが存在する。静的な柔軟性は、ROM などで示され、関節が一定条件のもとで可動する角度で表される。動的な柔軟性は、ROM のように単独の数値で示されるものではなく、スティフネスのように関節や組織への外力と関節の可動範囲、または組織への外力と組織の伸張との相対値で表される。

関節の柔軟性に統いて、身体柔軟性について説明する。身体柔軟性は文字通り身体全体の柔軟性のことである。関節に留まらない広い身体部位に影響される。身体柔軟性に影響を及ぼす要因には、関節内外の結合組織、骨格筋や腱などの伸張性が含まれる。身体柔軟性の評価には、身体部位をどこかに近付けた距離や身体末梢部位の移動距離を測定する方法が一般的である。

関節可動域の測定をもって身体柔軟性の評価とすることもある。この場合、関節弛緩性（joint laxity, arthrochalasis）のスコアで骨格筋や腱の伸張性などを評価する。関節弛緩性が陽性であること、つまり何らかの原因で、関節がその伸展可動域を超えて動くことを関節の過可動性と呼ぶ。関節の過可動性を判断するのに最も広く用いられている基準（Carter C と Wilkinson J の方法）は以下の通りである¹⁰⁾。①手首の掌屈を伴って他動的に拇指が前腕に付く、②肘関節が 10° 以上過伸展する、③膝関節が 10° 以上過伸展する、④第 5 指が他動的に 90° 以上過伸展する、⑤立位で、膝関節を屈曲することなく手掌を床に付く。以上の各症状を、①～④は左右それぞれ 1 点、⑤は 1 点の合計 9 点で表す。Baeza-Velasco ら¹⁰⁾は、関節の過可動性をよしとすることには疑問があるとしている。関節の過可動性は、体操選手やクリケットのスピナーボウラー、ヨガ、ダイビング、バタフライ泳法をはじめとした水泳などで、パフォーマンスを高めるかもしれない¹⁰⁾。しかし、行き過ぎた関節弛緩性はときに病的な状態を示すこともある¹¹⁾。

以上のことから、特定の関節の可動性を調べるために ROM を用いた評価が一般的になり、身体の柔らかさの表現が可能となったが、身体柔軟性や関節弛緩性の研究結果において一致した見解が得られていないのが現状である。翻って、身体の柔らかさは、身体の柔軟性が低い極から柔軟性が高い極の間を示すに留まらず、柔らかすぎる関節弛緩性を含む広い概念と捉えることができる。

III. 柔軟性と関節弛緩性の加齢変化、性差

柔軟性と関節弛緩性の加齢変化については、今まで

に様々な研究がされている。村田ら¹²⁾の研究では、足部柔軟性、足関節背屈角度、体幹柔軟性の測定値を障害高齢者と健常成人で比較した。障害高齢者においては、体幹柔軟性は健常成人の65.8%，足関節背屈角度は健常成人の62.3%，足部柔軟性については健常成人の41.0%であった。Birrellら¹³⁾の西アフリカの6~66歳の対象を年代群別に評価した研究では、最も若い6~15歳群で最も弛緩性が高く、加齢にしたがって弛緩性が低くなるとしている。また、Rikken-Bultsmanら¹⁴⁾は、オランダ人の17歳までの学校生徒を評価し、年齢の高い生徒で関節弛緩性が低くなることを報告している。

柔軟性と関節弛緩性の性差についても、様々な報告がされている。加賀谷ら¹⁵⁾が、バスケットボール部の高校生の全身弛緩性と関節可動域の測定を行った研究では、全身弛緩性は男女間で差がなく、足関節背屈と股関節外旋可動域が男子で有意に大きいのに対し、股関節内旋は女子が大きかった。大学2年生の健常者の身体柔軟性と関節弛緩性を評価した古後ら¹⁶⁾の研究によれば、性差を示した項目は、身長と体重および関節弛緩性スコアであり、その他の項目は有意差がみられず、身体柔軟性と関節弛緩性における性差および関係性は認められなかつた。この研究の身体柔軟性の測定項目は、関節構成体の影響が少なかつたことが原因で性差が示されなかつたと古後ら¹⁶⁾は考察している。関節弛緩性の定義を関節過可動性および骨格筋や筋の伸張性の組み合わせとすると身体柔軟性と関連があるはずだが、結果は関連がなかつた¹⁶⁾。また、Yamazakiら¹⁷⁾は、月経周期により放出される内分泌ホルモンの量にしたがって、全身関節弛緩性と足関節靭帯弛緩性が変化することを明らかにした。Maruyamaら¹⁸⁾は、反張膝のある女性は、膝関節弛緩性が、早期卵胞期と比較して、排卵期で有意に大きかつたとしている。Wildら¹⁹⁾は、前十字靭帯に対するエストロゲンの影響に言及している。Meigniéらのシステムティックレビュー²⁰⁾では、女性における膝関節の関節弛緩性と排卵期のスティフネスの低下は関連し、排卵期でのエストロゲンと前十字靭帯のスティフネスには正の相関があったとされる。エストラジオールと前十字靭帯のスティフネスの間には有意な負の相関があり、一方、排卵日近くのエストロンと前十字靭帯のスティフネスの間には有意な正の相関があり、排卵中に約17%の膝関節のスティフネスの低下が認められたとされる。Somersonらのメタアナリシス²¹⁾では、卵胞期と比べて排卵期と黄体期で、膝関節の関節弛緩性が増すことが示され、膝関節の関節弛緩性は、排卵期のエストロゲンの量によって説明されるかもしれないと彼らは推測している。

これらの先行研究を総合すると、加齢とともに柔軟性や関節弛緩性は低下すると言える。また、柔軟性と関節弛緩性の性差は、計測項目や方法によって異なる結果の

報告がされていることがわかる。そのなかで、関節弛緩性は性差が確かめられないが、柔軟性には性差があるという報告が多くみられた。以上のことから、加齢に伴つて身体柔軟性や関節弛緩性が低くなること、女性では関節弛緩性に月経周期が関与することを考慮して、柔軟性と関節弛緩性それぞれの指標で評価することが重要であると考える。

IV. 身体の柔らかさとスポーツ障害・外傷との関係

身体の柔らかさとスポーツ障害・外傷との関係について、一般的には柔軟性が高いほど損傷発生が少ないと考えられているが、関節の過可動性が高すぎる場合は関節外傷などの損傷発生が高まる^{10,22,23)}と指摘されている。しかし、関節弛緩性と外傷との関連については、関節弛緩性の高い者で外傷が多いとする報告や、一方、少ないとする報告があり、一致した見解は得られていない。さらに筋柔軟性と外傷との関連についても、一致した見解は得られていないことが報告されている²⁴⁾。

姫野ら²⁴⁾は、女子ジュニア新体操選手を対象に、関節弛緩性と筋柔軟性の関連性および外傷への影響を明らかにすることを目的として横断研究を行った。関節弛緩性については、肘・手・股・膝・足の5大関節を評価し点数化した。筋柔軟性の評価は、下肢伸展拳上（straight leg rising：以下、SLR）、指床間距離（finger floor distance：以下、FFD）、および踵殿間距離を用いた。上肢の柔軟性を把握するために中指・中指間距離も測定した。これらの成績を解析した結果、関節損傷者群（捻挫、脱臼、骨折、突き指、打撲、ジャンパー膝、オスグッド、筋炎症、膝蓋骨不安定症、成長痛、肉離れ）は非損傷者群より高い値を示し、関節損傷者群と非損傷者群では、関節弛緩性に有意差が認められた。関節損傷者群は非損傷者群より高い値を示した。角度および距離を比較すると、FFDにおいては、損傷者群は非損傷者群より有意に高い値を示した。これは筋損傷者群の方が新体操経験歴が長く、より高度な筋柔軟性を獲得しているためだと考えられると考察されている。関節弛緩性の高い選手では、関節外傷発生の危険性が高く、筋損傷者は非損傷者と比較して、柔軟性が高いことが示唆された。この研究²⁴⁾では、筋柔軟性の点数の平均値にばらつきがみられなかつた。これは、対象者全員が新体操のトレーニングによって高度な筋柔軟性を獲得しているためと姫野ら²⁴⁾は考察している。従来の検査に加え、競技特性を考慮したより詳細な検査の検討が必要と思われる。

河原ら²⁵⁾が横断研究で報告した宮崎県少年選手を対象に行なったメディカルチェックの結果では、男女とも足関節靭帯損傷、手・手指の骨折の順で外傷が多く、関節弛緩性は陸上競技選手が最も高かった。障害および外傷は、男女とも関節弛緩性が高い選手で少ない傾向が認め

られたが、統計的な有意差はなかった。関節の過可動性は競技能力にプラスであっても、傷害の観点からはマイナスであることが多い、関節周囲の筋力不足、あるいは疲労や老化などによって関節の異常な可動に対する防御力、適応能力が低下した際には逆に傷害を起こしやすくなると報告している。このことから、競技を専門的に一定期間行うにあたり、競技で多用する関節の可動域が小さい選手や、逆に大きすぎる選手は注意が必要と考えるとされている。筋柔軟性と障害・外傷との関連については、男子の FFD 0 cm 以上と障害発生との間には有意な相関が認められ、障害・外傷の頻度が高い傾向を示したのは、男子は SLR 90° 未満、女子は SLR 90° 未満と FFD 0 cm 以上の場合であった。中高生は成長期の段階であり、成長による影響や過度な練習により筋柔軟性は低下しやすい。よって、筋柔軟性を維持または向上させることは、障害予防の観点からは重要なことと考えられるとされている。今後は競技特性なども考慮し、障害ならびに外傷の予防対策を行う必要があると言及されている。

瀬川ら²⁶⁾は、肩関節のコンディショニングに用いる柔軟性評価の方法を用い、国内一流水球選手を対象に、肩関節の柔軟性とスポーツ障害の発生状況を調査した。対象を有痛群と無痛群に分けて柔軟性の比較検討したところ、有痛群の柔軟性を低下させている要因として、すでに肩関節の疼痛を有していることや既往歴が影響している状態であったことが考えられ、水球選手の肩関節柔軟性低下とスポーツ障害の関連性が認められた。また、投球障害は、身体部位の一箇所でも柔軟性が低下することで代償運動が増加し、運動連鎖が破綻することで、スポーツ障害が惹起されることが知られているとしている。

亀山²⁷⁾は、学童野球チームに対して行った検診の結果から、投球障害の危険因子について報告した。股関節を自ら動かす場合の屈曲可動域は、110° 以下だと投球障害の発生率が上がり、125° 以上だと投手であっても投球障害の危険性が少なくなる。投球障害を起こさないためには体幹の安定性は重要であり、加えて、体幹の柔軟性も大切である。さらに、小指と拇指の対立運動、前腕の柔軟性も投球障害と関連していることが考えられたと記述している。Pacey らのメタアナリシス²²⁾は、コンタクトを伴うスポーツでは、関節の過可動性が膝関節外傷のリスクを高めると結論づけている。Dallinga らのシステムティックレビュー²³⁾でも、関節弛緩性はスポーツによる下肢の外傷の発生を予測するとされている。

以上、いくつかの報告から、筋柔軟性は高いほど障害発生が少ないのでに対して、関節弛緩性は高すぎるとスポーツ障害を引き起こす原因となり得ると言える。推測されるその関係について図 1 に表す。

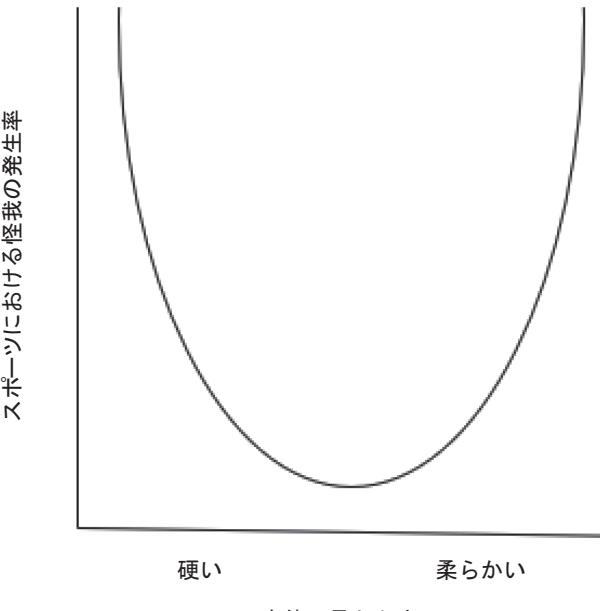


図1 身体の柔らかさとスポーツにおける怪我の発生率との関係

V. スポーツ障害・外傷を予防する介入の効果 —身体の柔らかさの視点から—

スポーツ障害・外傷を発症する一つの要因として、身体の柔らかさが影響していると考えられる。このことを踏まえ、スポーツ障害・外傷を予防する介入の効果について述べた文献を調査した。各文献に書かれた予防のための介入の効果を、以下にスポーツ種目や症状ごとに記述する。

野球選手において投球障害は有病率が高く、予防すべき重要課題である。亀山²⁷⁾の学童野球の調査結果にて、学童野球で投球障害を予防するためのポイント 6 項のうち 3 項で、身体の柔軟性を確保することが大切であると報告している。岩堀ら²⁸⁾は、小学生軟式野球選手を対象としたメディカルチェックのフィードバックのなかで、肩関節ストレッチ指導を行ったところ、適切なストレッチが普及し、投球側の肩関節 2nd 内旋制限が軽減したとしている。投球障害予防のために、小学生の時点から適切な肩のストレッチを励行し、肩関節外旋筋の伸張性を維持する必要があると報告している。大江ら²⁹⁾は、中学校野球部に対して、彼らが実施している選手・チーム主体型のコンディショニングサポートの成果を検証した。6 カ月間のサポートの結果、有意差はないものの障害保有率や疼痛の程度は減少傾向であり、選手の障害予防への意識は向上していたものの有意差はなかった。一方、基本動作能力（片脚立位・ランジ・腰割り）と柔軟性（ばんざい・おじぎ・しゃがみこみ・腹臥位膝屈曲・体幹回旋）については、有意に向上していたと報告して

いる。高橋ら³⁰⁾は、インターナルインピンジメント症状を呈した高校野球選手に対し、ストレッチを含む全身的介入により、肩関節の炎症所見は消失し、肩関節の後面筋群の柔軟性、腱板筋群と僧帽筋の筋力、片脚立位姿勢は改善した。理学療法介入から7ヵ月後で投球痛は消失し、9割の投球が可能になり、投手として競技復帰したと報告している。肩関節、投球早期に着目した体幹・下肢筋群の機能的アプローチは、インターナルインピンジメント症状の再発予防に効果を示したとしている。

新沼ら³¹⁾は、ソフトテニスのサーブとフォアハンドストロークの反復で、肩の痛みとしびれを訴えた症例に対して介入を行った。肩関節痛は肩関節インピンジメントによるものと考え、肩関節後方組織の柔軟性の改善、肩甲骨周囲筋の筋力強化を実施した。介入開始2ヵ月で、サーブとフォアハンドストロークの反復による肩関節痛としびれは消失し、競技へ完全復帰できたと報告している。

石谷ら³²⁾は、成長期のスポーツ障害として膝痛が多く、膝痛に対するリハビリテーションとして、発症要因である下肢筋群の柔軟性の低下、動的アライメントの不良を改善し再発を予防することを目的に、下肢筋群のストレッチに加えて、体幹・下肢筋群の筋力強化を行う必要があると報告している。成長期の膝痛に対する介入を、下肢筋群のストレッチと体幹・下肢筋群の筋力強化から構成している。成長期の膝痛に対して大腿前面筋群、ハムストリングスのストレッチを指導している。成長期の選手は、過度な筋緊張や代償動作を伴った不適切なストレッチ方法をしてしまうことがあるため、本人だけでなく保護者や指導者にも適切なストレッチ方法を指導する必要があるとされる。

福原ら³³⁾は、成長期のサッカー選手に対するストレッチ指導の効果について検討している。ストレッチ指導は、ハムストリングス、大腿四頭筋、下腿三頭筋、腸腰筋、股関節内転筋群、股関節外旋筋群に対して、フィードバック用紙を用いて個別に行った。筋柔軟性の測定にて柔軟性が低いと判断した筋がある場合、対応する筋についてフィードバック用紙の人体図に赤色でチェックをつけ、さらにそれらの筋の柔軟性改善のためのストレッチにもチェックをつけたうえで指導した。実施頻度については、家庭内における毎日・頻回のストレッチ実施を口頭にて促した。その結果、下肢筋の柔軟性が改善し、ストレッチ実施頻度が増したと報告している。そして、ストレッチ指導による筋柔軟性の向上はスポーツ障害予防に有効であるとしている。

VI. おわりに

身体の柔らかさは、柔軟性と可動性を含む概念であると考えられた。可動性は、関節弛緩性をはじめとした過

可動性を包含することを示した。柔軟性と関節弛緩性は、加齢とともに減少すること、ならびに性差があり女性では月経周期が関与することを記した。身体の柔らかさは、スポーツ障害・外傷と関連し、硬すぎても柔らかすぎてもスポーツにおける怪我につながりやすいことを示した。スポーツ障害・外傷を予防するために、ストレッチによって適度な柔軟性を得ることが大切であることが考えられた。

しかし、スポーツ障害・外傷は、コンタクトスポーツで偶発的に発生するに限らず、非コンタクトスポーツでも転倒、転落、着地の失敗、身体のひねり、滑りなど、様々な状況で生じ得るため、身体の柔らかさとの因果関係を明確に示せず、また横断研究が主に行われている。このような理由で、スポーツに伴う怪我に対するストレッチの効果を検証するのに限界があり、研究の累積によりメタアナリシスでの検証、メカニズムの解明が行われることが望まれる。

利益相反 本総説の執筆にあたって全著者に利益相反はない。

引用文献

- 1) Harris ML: Flexibility. Phys Ther, 1969, 49: 591-601.
- 2) Hortobágyi T, Faludi J, Tihanyi J, et al.: Effects of intense "stretching"-flexibility training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint. Int J Sports Med, 1985, 6: 317-321.
- 3) Roberts JM, Wilson K: Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. Br J Sports Med, 1999, 33: 259-263.
- 4) Taylor DC, Dalton JD Jr, Seaber AV, et al.: Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. Am J Sports Med, 1990, 18: 300-309.
- 5) Wilson GJ, Wood GA, Elliott BC: The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility: an alternative explanation for the occurrence of muscular injury. Int J Sports Med, 1991, 12: 403-407.
- 6) Herman SL, Smith DT: Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. J Strength Cond Res, 2008, 22: 1286-1297.
- 7) 小林 武、長野 聖、大井直往・他：股関節形成術後患者の身体柔軟性と下肢に関する主観的ADL評価の関係。理学療法学 Supplement, 1997, 24: 216.
- 8) Corbin CB: Flexibility. Clin Sports Med, 1984, 3: 101-117.
- 9) Rietman JS, Geertzen JH, Hoekstra HJ, et al.: Long term treatment related upper limb morbidity and quality of life after sentinel lymph node biopsy for stage I or II breast cancer. Eur J Surg Oncol, 2006, 32: 148-152.
- 10) Baeza-Velasco C, Gély-Nargeot MC, Pailhez G, et al.: Joint hypermobility and sport: a review of advantages and disadvantages. Curr Sports Med Rep, 2013, 12: 291-295.
- 11) 内山 靖(編集)：関節弛緩性。理学療法学事典。奈良 勲(監

- 修), 医学書院, 東京, 2006, p166.
- 12) 村田 伸, 熊谷昭美, 津田 昭: 足部柔軟性の再現性と妥当性に関する研究—健常成人と障害高齢者における検討—. 健康科学, 2005, 27: 48-55.
- 13) Birrell FN, Adebajo AO, Hazleman BL, et al.: High prevalence of joint laxity in West Africans. *Br J Rheumatol*, 1994, 33: 56-59.
- 14) Rikken-Bultman DG, Wellink L, van Dongen PW: Hypermobility in two Dutch school populations. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 1997, 73: 189-192.
- 15) 加賀谷善教, 藤井康成, 西国秀嗣: 高校バスケットボール選手に対するメディカルチェックの性差—膝外反量とその要因に関する検討—. 日本臨床スポーツ医学会誌, 2009, 17: 353-361.
- 16) 古後晴基, 村田 潤, 東登志夫: 身体柔軟性と関節弛緩性における性差および関係性. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2015, 4: 189-193.
- 17) Yamazaki T, Maruyama S, Sato Y, et al.: A preliminary study exploring the change in ankle joint laxity and general joint laxity during the menstrual cycle in cis women. *J Foot Ankle Res*, 2021, 14: 21.
- 18) Maruyama S, Yamazaki T, Sato Y, et al.: Relationship between anterior knee laxity and general joint laxity during the menstrual cycle. *Orthop J Sports Med*, 2021, 9: 2325967121993045.
- 19) Wild CY, Steele JR, Munro BJ: Why do girls sustain more anterior cruciate ligament injuries than boys?: a review of the changes in estrogen and musculoskeletal structure and function during puberty. *Sports Med*, 2012, 42: 733-749.
- 20) Meignié A, Duclos M, Carling C, et al.: The effects of menstrual cycle phase on elite athlete performance: a critical and systematic review. *Front Physiol*, 2021, 12: 654585.
- 21) Somerson JS, Isby IJ, Hagen MS, et al.: The menstrual cycle may affect anterior knee laxity and the rate of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review and meta-analysis. *JBJS Rev*, 2019, 7: e2.
- 22) Pacey V, Nicholson LL, Adams RD, et al.: Generalized joint hypermobility and risk of lower limb joint injury during sport: a systematic review with meta-analysis. *Am J Sports Med*, 2010, 38: 1487-1497.
- 23) Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KA: Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports?: a systematic review. *Sports Med*, 2012, 42: 791-815.
- 24) 姫野美鈴, 古後晴基: 女子ジュニア新体操選手における関節弛緩性と筋柔軟性の関連性および外傷への影響について. 理学療法さが, 2016, 2: 45-49.
- 25) 河原勝博, 帖佐悦男, 山本恵太郎・他: 宮崎県少年選手におけるメディカルチェック—障害・外傷と関節弛緩性・筋柔軟性との関連について—. 日本臨床スポーツ医学会誌, 2010, 18: 59-66.
- 26) 瀬川栄一, 小森康加, 北條達也: 国内一流水球選手における肩関節の柔軟性および身体特性とスポーツ障害の関連性. 体力科学, 2017, 66: 263-269.
- 27) 亀山顕太郎: 投球障害撲滅に向けて、大規模検診の現代と未来—障害発生予防に対する取り組み. *MB Med Rehabil*, 2019, 239: 69-74.
- 28) 岩堀裕介, 加藤 真, 佐藤啓二・他: 小学生野球選手に対する肩ストレッチング指導の効果. 肩関節, 2004, 28: 343-346.
- 29) 大江 厚, 安井重男, 西尾大地・他: 中学校野球部における選手, チーム主体型コンディショニングサポートモデルの成果. 理学療法京都, 2020, 49: 60-64.
- 30) 高橋 真, 桑水流学, 岩本浩二・他: 投球障害肩のインターナルインピングメント症状を呈した高校野球選手に対し全身的介入により改善効果が認められた一症例. 理学療法科学, 2020, 35: 741-749.
- 31) 新沼慎平, 雨宮克也, 名塚健史・他: ソフトテニスのサーブとフォアハンドストロークで肩痛と肩のしびれを呈した一症例. 埼玉アスレチック・リハビリテーション研究会誌, 2019, 10: 2-6.
- 32) 石谷勇人, 高村 隆, 菅谷啓之: 子どものスポーツ障害に対するリハビリテーション. *MB Med Rehabil*, 2018, 28: 26-32.
- 33) 福原隆志, 坂本雅昭, 中澤理恵・他: 成長期サッカー選手に対するストレッチング指導の効果. 理学療法科学, 2010, 25: 861-865.