高校野球投手に対する肩・肘関節障害の予防
～危険因子の包括的解明～

研究代表者
設楽 仁

目 次

要約	1
背景・目的	2
対象・方法	2
結果	4
考察	6
結語	8
謝辞	8
参考文献	8
研究成果発表	11

高校野球投手に対する肩・肘関節障害の予防 ～危険因子の包括的解明～

設楽仁 小林勉 山本敦史 下山大輔 一ノ瀬剛
田鹿毅 大沢敏久 高岸憲二

要約

【背景】 野球選手の肩・肘関節障害に対する危険因子に関する先行研究は散見される。しかしながら、対象を高校野球投手に絞り、複数の因子を前向きに調査した研究は渉猟できなかった。本研究の目的は高校野球投手のシーズン中に発症した肩・肘関節障害に関与する危険因子を前向きかつ包括的に明らかにすることである。

【対象・方法】 105名の高校野球投手（15-17歳）が本研究に参加した。シーズン開始前の1月から2月にメディカルチェックを行い、肩関節90°外転位での外旋および内旋（ABIR）可動域、肘関節伸展・屈曲可動域、肩関節筋力（座位での外転筋力、腹臥位での外旋および内旋筋力）、肩関節動揺性、肘関節不安定性、horizontal flexion test、肩甲帯機能不全を評価した。メディカルチェック後のシーズン終了時に、肩・肘関節障害に関する調査を行い、肩・肘関節の問題のために1週間以上投球できなかった事象を、本研究の肩・肘関節障害と定義した。この定義に基づき、対象を障害群と非障害群に分け、t検定および χ^2 検定を行った。さらに独立した危険因子を明らかにするため、ロジスティック回帰分析を行った。

【結果】 シーズン中、21名の投手に肩・肘関節障害を認めた。単変量解析では、非障害群に比べ、障害群で投球側ABIRおよび腹臥位外旋筋力比（投球側/非投球側）が有意に小さかった（ $P = .023, .012$ ）。ロジスティック回帰分析により、投球側ABIRの低下および腹臥位外旋筋力比の低値が障害発生の有意な危険因子であることが明らかになった（ $P = .018, .025$; オッズ比 = 0.951, 0.007）。

【結語】 高校野球投手において、シーズン前に①腹臥位外旋筋力比が低いこと、②投球側肩関節90°外転位での内旋可動域が減少していることは、シーズン中の肩・肘関節障害発生の明らかな危険因子であった。

背景・目的

投球に関連した肩・肘関節障害はさまざまな年代およびレベルにおいて、しばしば発症する[2,8,15,18,19]。また、野球選手の肩・肘関節障害に関する危険因子を検討した研究は散見されるが、前向き研究は少なく、特に高校野球投手に関する報告は稀少である。高校野球およびソフトボール選手において、肩関節 90°外転位での内旋可動域 (ABIR) および水平内転可動域の減少は肩・肘関節障害の危険因子であるとの報告があるが[28]、この先行研究では野球およびソフトボール選手、さらに投手と非投手が混在しているため、純粋な高校野球投手の危険因子は未だに明らかではない。Tyler らは高校野球投手を対象に障害の危険因子を調査し、20°以上の ABIR 制限がある投手は、制限がない投手に比べ、障害発生が多く、外転筋力は障害発生と有意な相関を認めなかったと報告している[34]。この先行研究の ABIR 制限に関する報告は、他の先行研究[17,21,33]とは正反対の結果であり、ABIR の危険因子としての妥当性は未だ議論が必要である。また、Myers らは、前向きに高校野球選手を調査し、シーズン前に見られた肩甲帯機能不全はシーズン中の肩・肘関節障害の発症とは関係が無かったと報告している [23]。しかしながら、これらの研究では、障害発生リスクの高い投手のみを対象としておらず、野手も含まれており、さらに、上肢障害と肩甲帯機能不全の関係のみを調査している。肩関節可動域、筋力、肩甲帯機能不全を危険因子とする先行研究もあるが、後向き研究[22,33]もある。これらの先行研究では多くの交絡因子に関して検討していない[6,23,28,34,36]。本研究の目的は、包括的かつ前向きに高校野球投手の肩・肘関節障害の危険因子を明らかにすることである。

我々は先行研究を参考に、ABIR 制限 [28]、肩関節後方タイトネス [22]、肩甲帯機能不全[4,10,13]、外旋筋力低下 [6]、外転筋力低下[6,33,34] を高校野球投手の肩・肘関節障害の危険因子の候補であると仮説を立てた。

対象・方法

対象

66 校から 132 名の高校野球投手がシーズン前に開催したメディカルチェックに参加した。参加者は 15–17 歳 (平均 16.3 ± 0.6 歳) だった。適格基準として、メディカルチェック時点で制限無く投球を行っている投手とし、除外基準は (1) 投球側の骨折などの外傷、手術歴がある投手 (2) 肩・肘関節障害のために投球ができない投手、(3) メディカルチェック当日に特別なストレッチやトレーニングを行った投手、とした。本研究は所属施設の倫理委員会の許可を得て行われた。選手および保護者に説明を行い、研究の参加への同意を得た。また、選手は基本調査として投球側、野球歴、過去・現在の肩・肘関節痛の有無、以前の外傷歴に関するアンケートに全て答えた。

メディカルチェック

検者は投手の投球側を知らない状況で、メディカルチェックを行った。理学所見として、(1) 肩・肘関節可動域、(2) 肩関節筋力 (3) 肩関節動揺性・肘関節不安定性、(4) horizontal flexion test (HFT) [25]、(5) 肩甲帯機能不全 [12,35] を評価した。

肩・肘関節可動域

一人の経験のある整形外科医が一貫して肩関節可動域を計測した。計測にはデジタル角度計(iGaging, CA, USA)を用いた。角度計や携帯型筋力計を用いた検者内 validity および reliability すでに検証されている[5,16,28-30]。先行研究 [14,20,22,28]従い、90° 外転位での外旋 (ABER) および内旋 (ABIR) の他動的可動域を両肩ともに計測した。また、両肘関節の屈曲・伸展の他動的可動域を計測し、非投球側に比べ投球側が 10°以上制限されているものを、可動域制限ありと定義した。

肩関節筋力

一人の経験のある整形外科医が一貫して肩関節筋力を計測した。Byram らの報告に基づき [6]、PowerTrack II Commander (J-Tech Medical, Salt Lake City, UT, USA) を用い、定量的に両肩の筋力計測を行った。腹臥位での内旋筋力 (PIR), 外旋筋力 (PER), 座位での外転筋力 (SS)を計測した。それぞれ 3 回ずつ計測し、中央値を統計学的検討に用いた。

肩関節動揺性・肘関節不安定性

肩関節動揺性は、投球に関連する下方動揺性[1]を評価できる Sulcus test [24]を用いた。肩峰外側と上腕骨頭間距離が1横指以上を sulcus sign 陽性とした。肘関節内側不安定性の評価に milking maneuver [7]を用いた。エンドポイントがはっきりしない例や不安感・不安定感・内側部痛を訴える例を肘関節内側不安定性陽性とした。

Horizontal flexion test (HFT)

肩関節後方軟部組織のタイトネスを評価するため、水平屈曲テスト[25] を行った。投手は仰臥位になり、肩関節 90°外転、肘関節 90°屈曲、肩甲骨外側縁を胸壁に固定した状態で、他動的に、上腕を水平屈曲し、45°未満を陽性した。

肩甲帯機能不全

肩甲帯機能不全の同定には、検者内 reliability および sensitivity が良好と報告されている Uhl ら [35] の yes/no 法を用いた。3 タイプ (type 1-3) の肩甲帯機能不全はすべて “yes”、健常な type 4 を “no” とし、2 人の経験のある整形外科医が、それぞれ独立して、“yes”か“no”を判断した。検者間で判定が異なる場合はお互いに議論をし、“yes”か“no”を最終的に判定した[23]。

肩・肘関節障害の定義

シーズン終了後に、肩・肘関節障害発生の調査を行うことを、メディカルチェック時に投手に伝えていた。シーズン終了後にアンケートを回収し、その結果を基に、障害群と非障害群の 2 群に分けた。Time-lost classification [26]に基づき、肩・肘関節障害発生を、肩・肘関節の問題による 8 日間以上の投球中止と定義した。接触、転倒などの外傷による障害は除外された。

統計学的検討

肩・肘関節障害発生率を算出し、肩・肘関節障害の有無により、対象を障害群と非障害群の 2 群に分け、以下のように検定を行った。まず始めに、野球歴、現在および過去の肩・肘関節痛の有無に関して、t 検定を用い、次に HFT、肩甲帯機能不全、肩関節下方動揺性、肘関節内側不安定性につい

て χ^2 検定を施行した。関節可動域は投球側、非投球側および投球側と非投球側の差（投球側－非投球側）の平均値および標準偏差を計算し、両群間の比較には独立 t 検定を用いた。筋力は PER,PIR、SS それぞれの投球側、非投球側、非投球側に対する投球側の比（投球側/非投球側）、また PIR に対する PER の比（PER/PIR）の平均値および標準偏差を計算し、両群間の比較には独立 t 検定を用いた。最後に、肩・肘関節障害の危険因子およびオッズ比、95%信頼区間を計算するため、強制投入法によるロジスティック回帰分析を行った。説明因子は上記の単変量解析（ χ^2 検定、独立 t 検定）の結果をもとに選定した。全ての統計解析は IBM SPSS Statistics 22 (IBM Japan, Ltd, Tokyo)を用い、 $P < .05$ を有意差ありとした。

結果

両群の基本特性

105 名の投手が本研究に同意した。シーズン中に、21 名(20%)の投手に肩・肘関節障害が見られた。平均野球歴は障害群、非障害群で有意差は無く、それぞれ 8.1 ± 2.0 年、 8.4 ± 2.2 年だった ($P = .618$)。さらに 過去および現在の肩・肘関節痛の有無も両群間で有意差を認めなかった。(すべて $P > .05$; 表 1)。

表 1 両群の基本特性

	非障害群		障害群		P 値
	(84名)		(21名)		
	平均	SD	平均	SD	
野球経験 (年)	8.1	2.0	8.4	2.2	.618
	人数	%	人数	%	
過去の肩関節痛	34	40.5	7	33.3	.553
過去の肘関節痛	44	52.4	13	61.9	.438
現在の肩関節痛	12	14.3	5	23.8	.294
現在の肘関節痛	19	22.6	6	28.6	.571

SD=標準偏差

単変量解析

HFT の陽性率は非障害群、障害群でそれぞれ 90.5%、100%で両群ともに高率に陽性であり、両群間に有意差を認めなかった。また、肩甲帯機能不全、肘関節内側不安定性、肘関節屈曲・伸展障害の陽性率は両群ともに低く、両群間に有意差を認めなかった。非障害群で 3 名(3.6%)に肩関節下方動揺性認め、障害群では認めなかったが、両群間の有意差はなかった ($P = .380$)。障害群の投球側 ABIR は、非障害群に比べ、有意に小さかった ($P = .023$)。さらに障害群の PER 比は、非障害群に比べ、有意に小さかった ($P = .012$)。その他の投球側 ABER、ABER・ABIR 差、投球側の各筋力、PIR 比、SS 比、PER/PIR 比両群間に有意差を認めなかった (表 2)。

多変量解析 (ロジスティック回帰分析)

説明変数として単変量解析で有意差を認めた投球側 ABIR と PER 比を用い、障害発生に関連する危険因子を明らかにするため、ロジスティック解析を行った。ロジスティック解析によって、投球側 ABIR ($P = .018$, オッズ比 0.951) および PER 比 ($P = .025$, オッズ比 = 0.007) はともに、肩・肘関節障害の有意な説明変数であった (表 3)。

表2 単変量解析

	非障害群 (84名)		障害群 (21名)		P値
	%	人数	%	人数	
Horizontal flexion test	90.5	76	100	21	.141
肩甲帯機能不全	20.2	17	23.8	5	.719
肩関節下方動揺性	3.6	3	0	0	.380
肘関節内側不安定性	13.1	11	19.0	4	.486
肘関節伸展制限	15.5	13	9.5	2	.329
肘関節屈曲制限	3.6	3	14.3	3	.103
	平均	SD	平均	SD	P値
投球側ABER (°)	103.7	8.4	104.0	10.8	.870
投球側ABIR (°)	42.7	11.9	35.7	14.5	.023 *
ABER差 (°)	11.1	11.3	12.1	6.4	.569
ABIR 差 (°)	-10.1	11.4	-9.0	12.9	.707
投球側PER (lb)	27.0	4.5	25.6	4.9	.200
投球側PIR (lb)	28.6	6.7	27.5	4.6	.472
投球側SS (lb)	19.2	3.1	19.3	3.5	.855
PER筋力比	1.02	0.14	0.95	0.10	.012 *
PIR 筋力比	1.01	0.15	0.99	0.10	.678
SS 筋力比	1.00	0.18	1.00	0.14	.951
PER/PIR比	0.97	0.18	0.93	0.15	.395

差 = 投球側可動域 - 非投球側可動域 * $P < .05$
筋力比 = 投球側筋力/非投球側筋力 SD=標準偏差

表3 多変量解析

	オッズ比	95% CI	P値
投球側ABIR	0.951	0.913-0.992	.018 *
PER比	0.007	0.0001-0.542	.025 *

CI: 信頼区間 * $P < .05$

この結果は投球側 ABIR が 5°、10°、15°、20°増加すると、肩・肘関節障害の危険率をそれぞれ 22%、39%、53%、63%減少できることを意味する。一方、投球側 ABIR が 5°、10°、15°、20°減少すると、肩・肘関節障害発症が 1.3、1.6、2.1、2.7 倍に増加することを意味する。また、PER 比が 0.1、0.2、

0.3、0.4 増加すると、肩・肘関節障害の危険率をそれぞれ 39%、63%、78%、86%減少できることを意味する。一方、PER 比が 0.1、0.2、0.3、0.4 減少すると、肩・肘関節障害発症が 1.6、2.7、4.4、7.3 倍に増加することを意味する。

考察

本研究の結果より、高校野球投手においてシーズン前の投球側 ABIR の減少および PER 比の減少はそれぞれ独立した肩・肘関節障害の危険因子であることがわかった。交絡因子を含む上肢・肩甲帯の危険因子を包括的に評価した前向き研究から得られた、本結果は信頼性が高い。

野球選手の障害発症 ー前向き研究ー

Shanley らは、高校生の野球・ソフトボール選手の肩・肘障害発症を前向きの調査し、肩関節 ABIR および水平内転可動域が危険因子だったと報告した[28]。また、肩関節 ABIR 制限のない高校野球投手は 20°以上制限のある投手に比べ、障害発生が多く、また、有意な相関は認めなかったものの、障害を発症した投手は SS 筋力が弱い傾向を認めたという前向き研究も存在する[34]。Myers らは高校野球選手を対象に前向き研究を行い、シーズン前の肩甲帯機能不全の存在とシーズン中の上肢障害の発生の間には有意な相関を認めなかったと報告している[23]。さらにプロ野球投手では、シーズン前の外旋および外転筋力の低下は、シーズン中発症した手術的加療が必要だった投球関連障害と有意な相関を認めたとの報告がある[6]。このように肩関節の可動域低下や筋力低下はシーズン中の投球関連障害とあるが、高校野球投手のみを対象とし、かつ肩甲帯、肩関節、肘関節を包括的に評価した前向き研究は存在しなかった。そのため、本研究と先行研究を直接比較するのは、以下の 3 つの理由のために困難である。①障害発症リスクの異なる他のレベル・競技、また野手が対象に含まれている。②後向き研究も含まれている。③検定が単変量のみでの解析で交絡因子を考慮していない。そこで、我々は以下に、検討項目毎に議論した。

筋力低下と障害発生

外旋腱板筋群は、投球の加速期の肩関節後方へのストレスを最小限にするために、重要な役割を果たしている。プロ野球投手では、PER 筋力は手術を必要とする投球関連障害と有意な相関があったと、Byram らは報告している[6]。本研究では、非障害群と比較して、障害群の非投球側に対する投球側の PER 筋力比が有意に小さかった。この先行研究と本研究を比較する上で、身長や体重などの体格の違いを考慮し、体格の差による実測値の差の影響を防ぐため比などの標準化した値を用いた方が良いと思われる。この先行研究では非投球側の筋力は計測されていないため、本研究とは直接比較できないものの、本研究の結果は先行研究を支持する結果であると考えられた。また、Byram らの研究では PER/PIR 比も肩関節障害発症と関連していたと報告されている。本研究では、先行研究と同様、非障害群と比較して、障害群の PER/PIR 比は小さい傾向を示したものの、有意差は認めなかった。これは高校生とプロ野球選手との身体的な成熟度の違いやレベルの違いによる可能性が考えられる。

肩関節可動域と障害発生

対象の選手は各々異なるものの、後向き研究[3,4,9,22] や前向き研究[28]は ABIR 制限は肩・肘障害発生の危険因子であると報告されている。高校生のソフトボールおよび野球選手を対象とし、Shanley らは、非障害群と比較して、障害群の ABIR 制限が有意に大きかったと報告している[28]。ABIR 制限過去の肩関節の疼痛や障害歴を比較し、10°の ABIR 制限が障害発症のカットオフ値として重要であるとの報告がある[27]。我々手の今回の前向き研究は、投球側 ABIR 可動域の減少は、高校野球投手の肩・肘関節障害の独立した有意な危険因子であることを示した。さらに本研究の障害群と非障害群の投球側 ABIR 可動域の差は 7.0°であり、いくつかの後ろ向き先行研究[3,4,9,22]や前向き研究[28]の結果を支持するものであった。

ABER 制限に関しては、先行研究[28,37]で有意な危険因子出ないことが示されており、本研究も同様の結果であった。

肩関節後方タイトネスと障害発生

我々は肩関節後方タイトネスの評価として、シンプルでスクリーニングを行う上で有用な、水平内転の柔軟性を検査手法である HFT [25] を用いた。Shanley ら、非障害群の平均水平内転可動域が 31.0°で合ったのに対し、障害群では 23.9°と有意に小さかったと報告している[28]。本研究では HFT の陽性率は両群間で有意差を認めなかった。これは対象群と計測手法の違いの可能性が考えられる。Shanley らは水平内転可動域を実測値で計測したのに対し、我々は 45°を基準に、45°未満を肩関節後方タイトネス陽性と評価した。先行研究の非障害群の平均水平内転可動域が 31.0°であるため、今回用いた 45°を閾値とする HFT の基準は厳し過ぎる可能性が考えられた。それゆえ、本研究では両群間ともに高率に肩関節後方タイトネスが陽性であった。しかしながら、障害群では陽性率 100%、非障害群では陽性率 90.5% と有意差は認めないものの、障害群で水平内転可動域制限、つまり肩関節後方タイトネスが多く存在しており、先行研究を支持するものであった[28]。

肩甲帯機能不全と障害発生

肩甲帯機能不全は投球関連の肩・肘関節障害と関連するとの報告[4,10,11]は散見されるが、肩甲帯機能不全が独立した危険因子であるかどうかに関する検討は稀少である。Myers らは高校野球選手ではシーズン前に肩甲帯機能不全は高率に認めるものの、その後のシーズンに発症した上肢の投球障害とは関連がなかったと報告しており、我々の本研究の結果と同様であった[23]。シーズンを通して肩甲帯の動きは変化しうる[31,32]との報告があるため、我々のシーズン前に行った、1 回のみでの計測では障害発症を予測できない可能性が考えられた。

本研究の限界

サンプルサイズが比較的小さい事が、本研究の限界である。また、障害の重傷度と危険因子の関係が検討されていないことも限界としてあげられる。測定法の信頼性、妥当性は多くの先行研究[5,16,28-30,35]が示しているため、本研究では評価されなかった。これらの限界はあるものの、高校野球投手を対象とし、前向き研究により、2 つの独立した危険因子を明らかにしたことは、今後の障害予防に大きく寄与できるものと考えられる。

今後の展望

我々の本研究の結果は、高校野球投手に対するシーズン前やシーズン中の介入による将来の障害発症の予防に役立つものと考えられる。肩関節 ABIR 制限を改善するストレッチングや外旋筋力を増強する筋力トレーニングによる介入により、障害発症が予防できるかを確認するため、今後の研究が必要である。

結語

高校野球投手において、シーズン前に①腹臥位外旋筋力比が低いこと、②投球側肩関節 90°外転位での内旋可動域が減少していることは、シーズン中の肩・肘関節障害発生の独立した危険因子であった。腹臥位外旋筋力比の増加や投球側肩関節 90°外転位での内旋可動域の増加により、障害発症を減少できる可能性が示唆された。

謝辞

本研究にご協力いただいた群馬県高校野球連盟の関係者および選手の方々に心から感謝いたします。また、本研究にご支援を賜りました上月財団「スポーツ研究助成事業」に心から感謝いたします。

参考文献

1. Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, Levine WN, Littlefield MA, Hershon SJ (1997) Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *The American journal of sports medicine* 25:609-613
2. Bonza JE, Fields SK, Yard EE, Dawn Comstock R (2009) Shoulder injuries among United States high school athletes during the 2005-2006 and 2006-2007 school years. *Journal of athletic training* 44:76-83. doi:10.4085/1062-6050-44.1.76
3. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB (2003) The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 19:404-420. doi:10.1053/jars.2003.50128
4. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB (2003) The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 19:641-661
5. Byl NN, Richards S, Asturias J (1988) Intrarater and interrater reliability of strength measurements of the biceps and deltoid using a hand held dynamometer. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 9:395-398
6. Byram IR, Bushnell BD, Dugger K, Charron K, Harrell FE, Jr., Noonan TJ (2010) Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *The American journal of sports medicine* 38:1375-1382. doi:10.1177/0363546509360404
7. Chen FS, Rokito AS, Jobe FW (2001) Medial elbow problems in the overhead-throwing athlete. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 9:99-113
8. Dick R, Sauers EL, Agel J, Keuter G, Marshall SW, McCarty K, McFarland E (2007) Descriptive epidemiology of

- collegiate men's baseball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *Journal of athletic training* 42:183-193
9. Dines JS, Frank JB, Akerman M, Yocum LA (2009) Glenohumeral internal rotation deficits in baseball players with ulnar collateral ligament insufficiency. *The American journal of sports medicine* 37:566-570. doi:10.1177/0363546508326712
 10. Kibler WB (1998) The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine* 26:325-337
 11. Kibler WB, McMullen J (2003) Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 11:142-151
 12. Kibler WB, Uhl TL, Maddux JW, Brooks PV, Zeller B, McMullen J (2002) Qualitative clinical evaluation of scapular dysfunction: a reliability study. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons* [et al] 11:550-556. doi:10.1067/mse.2002.126766
 13. Laudner KG, Myers JB, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM (2006) Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 36:485-494. doi:10.2519/jospt.2006.2146
 14. Lintner D, Mayol M, Uzodinma O, Jones R, Labossiere D (2007) Glenohumeral internal rotation deficits in professional pitchers enrolled in an internal rotation stretching program. *The American journal of sports medicine* 35:617-621. doi:10.1177/0363546506296736
 15. Lyman S, Fleisig GS, Waterbor JW, Funkhouser EM, Pulley L, Andrews JR, Osinski ED, Roseman JM (2001) Longitudinal study of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Medicine and science in sports and exercise* 33:1803-1810
 16. Magnusson SP, Gleim GW, Nicholas JA (1990) Subject variability of shoulder abduction strength testing. *The American journal of sports medicine* 18:349-353
 17. Magnusson SP, Gleim GW, Nicholas JA (1994) Shoulder weakness in professional baseball pitchers. *Medicine and science in sports and exercise* 26:5-9
 18. Marshall SW, Hamstra-Wright KL, Dick R, Grove KA, Agel J (2007) Descriptive epidemiology of collegiate women's softball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *Journal of athletic training* 42:286-294
 19. McFarland EG, Wasik M (1998) Epidemiology of collegiate baseball injuries. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 8:10-13
 20. Meister K, Day T, Horodyski M, Kaminski TW, Wasik MP, Tillman S (2005) Rotational motion changes in the glenohumeral joint of the adolescent/Little League baseball player. *The American journal of sports medicine* 33:693-698. doi:10.1177/0363546504269936
 21. Mullaney MJ, McHugh MP, Donofrio TM, Nicholas SJ (2005) Upper and lower extremity muscle fatigue after a baseball pitching performance. *The American journal of sports medicine* 33:108-113
 22. Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM (2006) Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *The American journal of sports medicine* 34:385-391. doi:10.1177/0363546505281804
 23. Myers JB, Oyama S, Hibberd EE (2013) Scapular dysfunction in high school baseball players sustaining

- throwing-related upper extremity injury: a prospective study. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons* [et al]. doi:10.1016/j.jse.2012.12.029
24. Neer CS, 2nd, Foster CR (1980) Inferior capsular shift for involuntary inferior and multidirectional instability of the shoulder. A preliminary report. *The Journal of bone and joint surgery American volume* 62:897-908
 25. Pappas AM, Zawacki RM, McCarthy CF (1985) Rehabilitation of the pitching shoulder. *The American journal of sports medicine* 13:223-235
 26. Rauh MJ, Macera CA, Ji M, Wiksten DL (2007) Subsequent injury patterns in girls' high school sports. *Journal of athletic training* 42:486-494
 27. Scher S, Anderson K, Weber N, Bajorek J, Rand K, Bey MJ (2010) Associations among hip and shoulder range of motion and shoulder injury in professional baseball players. *Journal of athletic training* 45:191-197. doi:10.4085/1062-6050-45.2.191
 28. Shanley E, Rauh MJ, Michener LA, Ellenbecker TS, Garrison JC, Thigpen CA (2011) Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *The American journal of sports medicine* 39:1997-2006. doi:10.1177/0363546511408876
 29. Stratford PW, Balsor BE (1994) A comparison of make and break tests using a hand-held dynamometer and the Kin-Com. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 19:28-32. doi:10.2519/jospt.1994.19.1.28
 30. Sullivan SJ, Chesley A, Hebert G, McFaul S, Scullion D (1988) The validity and reliability of hand-held dynamometry in assessing isometric external rotator performance. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 10:213-217
 31. Thomas SJ, Swanik KA, Swanik C, Huxel KC (2009) Glenohumeral rotation and scapular position adaptations after a single high school female sports season. *Journal of athletic training* 44:230-237. doi:10.4085/1062-6050-44.3.230
 32. Thomas SJ, Swanik KA, Swanik C, Huxel KC, Kelly JDt (2010) Change in glenohumeral rotation and scapular position after competitive high school baseball. *Journal of sport rehabilitation* 19:125-135
 33. Trakis JE, McHugh MP, Caracciolo PA, Busciacco L, Mullaney M, Nicholas SJ (2008) Muscle strength and range of motion in adolescent pitchers with throwing-related pain: implications for injury prevention. *The American journal of sports medicine* 36:2173-2178. doi:10.1177/0363546508319049
 34. Tyler TF, Mullaney MJ, Mirabella MR, Nicholas SJ, McHugh MP (2014) Risk Factors for Shoulder and Elbow Injuries in High School Baseball Pitchers: The Role of Preseason Strength and Range of Motion. *The American journal of sports medicine* 42:1993-1999. doi:10.1177/0363546514535070
 35. Uhl TL, Kibler WB, Gecewich B, Tripp BL (2009) Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesis. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 25:1240-1248. doi:10.1016/j.arthro.2009.06.007
 36. Wilk KE, Andrews JR, Arrigo CA, Keirns MA, Erber DJ (1993) The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *The American journal of sports medicine* 21:61-66
 37. Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, Aune KT, Porterfield RA, Harker P, Evans TJ, Andrews JR (2014) Deficits in glenohumeral passive range of motion increase risk of elbow injury in professional baseball pitchers: a prospective study. *The American journal of sports medicine* 42:2075-2081. doi:10.1177/0363546514538391

研究成果発表

設楽仁, 高岸憲二, 下山大輔, 一ノ瀬剛, 高澤英嗣, 田鹿毅, 山本敦史, 大沢敏久, 小林勉. 高校野球投手の肩・肘関節障害の危険因子—シーズン前メディカルチェックによる前向き研究—

第 86 回日本整形外科学会学術総会, 広島, 5 月, 2013

設楽仁, 下山大輔, 一ノ瀬剛, 山本敦史, 田鹿毅, 小林勉, 高岸憲二. 高校野球投手における肩関節前方軟部組織の弛緩および後方軟部組織のタイトネス. 第 39 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会, 名古屋, 9 月, 2013

福井くるみ, 設楽仁, 下山大輔, 一ノ瀬剛, 山本敦史, 田鹿毅, 小林勉, 高岸憲二. 高校野球投手における肩関節外転位での回旋可動域の検討—軟部組織の弛緩・タイトネスと上腕骨頭の後捻角の関わり—. 第 39 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会, 名古屋, 9 月, 2013

設楽仁, 高岸憲二, 下山大輔, 一ノ瀬剛, 山本敦史, 田鹿毅, 小林勉. 高校野球投手における肩関節軟部組織の柔軟性と臨床所見の関係. 第 40 回日本肩関節学会, 京都, 9 月, 2013

設楽仁, 高岸憲二, 田鹿毅, 山本敦史, 上野哲, 遠藤史隆, 大島淳文, 坂根英夫, 佐々木毅志, 橋昌宏, 友松佑介, 濱野哲敬, 一ノ瀬剛, 下山大輔, 大沢敏久, 小林勉. 高校野球投手の肩・肘関節障害の障害予防—自主トレーニングによる介入前向き研究—. 第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会, 東京, 9 月 12-14 日, 2014 年

鈴木純貴, 設楽仁, 田鹿毅, 山本敦史, 上野哲, 遠藤史隆, 大島淳文, 坂根英夫, 佐々木毅志, 橋昌宏, 友松佑介, 濱野哲敬, 一ノ瀬剛, 下山大輔, 小林勉, 高岸憲二. 高校野球投手における練習時間と肩・肘関節障害の関係 —前向き研究— 第 40 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会, 東京, 9 月 12-14 日, 2014 年