博士論文

ラグビー選手における肩関節の外傷予防に関する研究

平成 **26** 年度

筑波大学大学院人間総合科学研究科
スポーツ医学専攻

大垣亮

目次

第1章　序論

1-1. スポーツ傷害予防の研究方法 ・・・1

1-2. ラグビーにおける肩関節外傷の特徴 ・・・2

1-3. ラグビーにおける肩関節外傷の予防 ・・・7

1-4. 本研究の目的 ・・・9

第2章　本研究の課題 ・・・10

第3章　ラグビー競技における肩関節外傷の疫学調査

3-1. 緒言 ・・・11

3-2. 方法 ・・・11

3-2-1. 対象 ・・・11

3-2-2. 調査期間 ・・・12

3-2-3. 外傷の定義および分類 ・・・12

3-2-4. Exposure time ・・・12

3-2-5. 外傷発生率の算出 ・・・12

3-2-6. 95%CI の算出 ・・・13

3-2-7. 重症度の定義 ・・・13

3-2-8. 再受傷の定義 ・・・13

3-2-9. 受傷機転の分類 ・・・13

3-2-10. 分析方法 ・・・13

3-3. 結果 ・・・14
3-3-1. 外傷別の発生率と重症度 ・・・14
3-3-2. 試合時の外傷別発生率と重症度 ・・・14
3-3-3. 練習時の外傷別発生率と重症度 ・・・14
3-3-4. 初発率および再発率 ・・・15
3-3-5. 受傷機転 ・・・15
3-4. 考察 ・・・23
3-5. 結論 ・・・24

第4章　ラグビー選手の肩関節外傷に関連する内的危険因子の検討
4-1. 緒言 ・・・25
4-2. 方法 ・・・26
4-2-1. 対象 ・・・26
4-2-2. 調査期間 ・・・26
4-2-3. 外傷の定義 ・・・26
4-2-4. メディカルスクリーニングの内容 ・・・29
(1) 質問紙による調査 ・・・29
(2) 身体組成の測定 ・・・29
(3) 関節不安定性の評価 ・・・29
(4) 関節弛緩性の評価 ・・・30
(5) 関節可動域の測定 ・・・30
(6) 等尺性筋力の測定 ・・・30
4-2-5. 分析方法 ・・・40
(1) メディカルスクリーニング結果の比較 ・・・40

(2) 外傷関連因子の抽出 ・・・40
4-3. 結果 ・・・42
4-3-1. 外傷発生状況 ・・・42
4-3-2. 受傷機転 ・・・42
4-3-3. メディカルスクリーニングの結果 ・・・42
4-3-4. ロジスティック回帰分析の結果 ・・・43
4-4. 考察 ・・・49
4-5. 結論 ・・・51

第5章 ラグビー選手における肩関節外傷の初回受傷と再受傷に関連する内的危険因子の比較 -層別化による検討-

5-1. 緒言 ・・・52
5-2. 方法 ・・・53
5-2-1. 対象 ・・・53
5-2-2. 調査期間 ・・・53
5-2-3. 外傷の定義 ・・・56
5-2-4. メディカルスクリーニングの内容 ・・・56
(1) 質問紙による調査 ・・・57
(2) 身体組成の測定 ・・・57
(3) 関節不安定性の評価 ・・・57
(4) 関節弛緩性の評価 ・・・57
(5) 関節可動域の測定 ・・・58
(6) 等尺性筋力の測定 ・・・58
5-2-5. 選手の層別化 ・・・58

5-2-6. 分析方法 ・・・60
(1) メディカルスクリーニング結果の比較 ・・・60
(2) 外傷関連因子の抽出 ・・・60
(3) カットオフ値の検討 ・・・62
5-3. 結果 ・・・62
5-3-1. 外傷発生状況 ・・・62
(1) 既往歴がない選手 ・・・62
(2) 既往歴がある選手 ・・・62
5-3-2. 受傷機転 ・・・62
(1) 既往歴がない選手 ・・・62
(2) 既往歴がある選手 ・・・63
5-3-3. メディカルスクリーニングの結果 ・・・63
(1) 既往歴がない選手 ・・・63
(2) 既往歴がある選手 ・・・63
5-3-4. ロジスティック回帰分析の結果 ・・・67
(1) 既往歴がない選手 ・・・67
(2) 既往歴がある選手 ・・・68
5-3-5. ROC 解析の結果 ・・・75
(1) 既往歴がない選手 ・・・75
(2) 既往歴がある選手 ・・・75
5-4. 考察 ・・・85
5-4-1. 初回受傷の危険因子 ・・・85
5-4-2. 再受傷の危険因子 ・・・87
5-5. 結論 ・・・88

第6章　総合討論

6-1. 本研究の目的 ・・・89

6-2. 本研究で得られた成果 ・・・89

6-2-1. 研究課題 1：ラグビー競技における肩関節外傷の疫学調査 ・・・89

6-2-2. 研究課題 2：ラグビー選手の肩関節外傷に関連する内的危険因子の検討 ・・・89

6-2-3. 研究課題 3：ラグビー選手の肩関節外傷の初回受傷と再受傷に関連する内的危険因子の比較 -層別化による検討- ・・・90

6-3. 本研究で得られた成果の意義および今後の課題 ・・・90

6-4. 研究限界 ・・・93

第7章　結語 ・・・95

謝辞 ・・・96

参考文献 ・・・97

付記 ・・・105

図一覧

Fig. 1-1 Four step sequence of injury prevention research ・・・3

Fig. 1-2 Comprehensive model for injury causation ・・・4

Fig. 1-3 Tackle phase ・・・6

Fig. 4-1 Subjects ・・・27

Fig. 4-2 Apprehension test ・・・32

Fig. 4-3 Load and shift test ・・・33

Fig. 4-4 Sulcus sign ・・・34

Fig. 4-5 Hyper-rotational test ・・・35

Fig. 4-6 Measurement position of the shoulder IR/ER ROM (90 degrees abducted position) ・・・36

Fig. 4-7 Measurement position of the shoulder IR/ER ROM (Horizontal adducted position) ・・・37

Fig. 4-8 Measurement position of the shoulder IR/ER muscle strength (0 degrees abducted position) ・・・38

Fig. 4-9 Measurement position of the shoulder IR/ER muscle strength (90 degrees abducted position) ・・・39

Fig. 5-1 Stratification of players ・・・54

表一覧

Table 3-1 Exposure time ・・・16

Table 3-2 The incidence and severity of shoulder injuries ・・・17

Table 3-3 The incidence and severity of shoulder injuries as a function of injury category ・・・18

Table 3-4 The incidence and severity of match injuries as a function of injury category ・・・19

Table 3-5 The incidence and severity of training injuries as a function of injury category ・・・20

Table 3-6 The proportion and mean severity of new and recurrent injuries ・・・21

Table 3-7 The injury event for injury type ・・・22

Table 4-1 Physical characteristic of subjects ・・・28

Table 4-2 Number of shoulder injuries during 2009-2010 seasons ・・・44

Table 4-3 Injury event for shoulder injuries ・・・45

Table 4-4 Results of medical screening ・・・46

Table 4-5 Results of logistic regression analysis (a, b, c, d, e) ・・・47

Table 5-1 Physical characteristics of subjects ・・・55

Table 5-2 Physical characteristics of groups ・・・59

Table 5-3 Number of shoulder injuries during 2009-2012 seasons ・・・64

Table 5-4 Injury event for shoulder injuries ・・・65

Table 5-5 Results of medical screening ・・・66

Table 5-6 Results of logistic regression analysis for injured players without the past history (a, b, c, d, e) ・・・69

Table 5-7 Results of logistic regression analysis for injured players with the past history (a, b, c, d, e) ・・・72

Table 5-8 Results of ROC analysis for injured players without the past history (a, b, c, d, e, f) ・・・76

Table 5-9 Results of ROC analysis for injured players with the past history (a, b, c) ・・・82

第 1 章　序論

1-1. スポーツ傷害予防の研究方法

傷害予防はスポーツ医科学分野における重要な研究課題の一つである．先行研究では，傷害予防を実践するために，様々な手法が提唱されているが [2, 24, 54]，van Mechelen et al.[65]は，4 段階の予防戦略(Sequence of Injury Prevention) (Fig. 1-1)に基づくことを推奨している．このステップはまず，1)傷害発生率を特定し傷害による問題の程度を確認する，2)傷害発生に関わる因子を特定する，3)傷害予防策を導入する，4)予防策の効果を検証する，という 4 つのステップで構成される [65]．また，第 3 ステップの傷害予防策を検討する際には，第 2 ステップで特定された因子やメカニズムとの因果関係に基づくべきであることを強調している [65]．傷害予防を計画する上では，傷害発生に関連する因子の特定が重要なステップであると考えられる．

Bahr et al.[2]は，傷害に関連する因子について，内的危険因子(Intrinsic risk factor)と外的危険因子(Extrinsic risk factor)に分類している．内的危険因子には年齢，性別，身体的特性，既往歴の有無等が該当し，外的危険因子には競技特性，道具，用具，プレーイングサーフェイス等がある．内的危険因子を有する選手(Predisposed athlete)に対して，外的危険因子が影響することで傷害が発生しやすい状態(Susceptible athlete)となり，複数の危険因子が重なった選手に対して，最終的な受傷機転(Inciting event)が起こることで外傷が発生するとされている(Fig. 1-2)[2]．すなわち，より早期に傷害予防を達成するためには，Predisposed athlete を把握することが重要である．

スポーツ現場では，Predisposed athlete を把握するために運動参加前にメディカルスクリーニングを実施することが推奨されている．メディカルスクリーニ

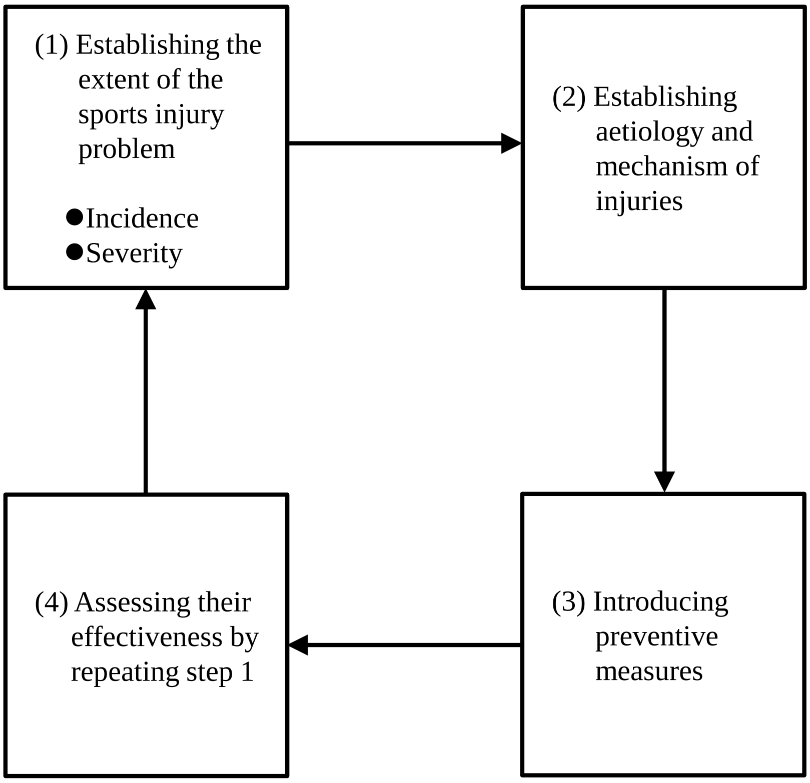
ングは，傷害リスクの早期発見に貢献するとともに，傷害予防トレーニングを計画するための貴重な情報を提供する．但し，メディカルスクリーニングを実施する際には，傷害との関連が深い項目をチェックすべきである．このような場合，前向きコホート研究[62, 64]による成果を参照すべきであろう．

前向きコホート研究(Prospective cohort study)は，一群の集団を一定期間，追跡してある事象の発生率を算出することや，予測因子と結果因子の関連性を分析することを目的としており，時系列に沿って観察するため因果関係を推論しやすい[17]．近年は，この前向きコホート研究によるスポーツ外傷・障害調査や傷害発生に関わる因子の特定が行われており，傷害予防のための科学的根拠に利用されている．よって，問題となる傷害を対象に前向きコホート研究を計画し，成果に基づいたメディカルスクリーニングを実施することが傷害予防の第 1 段階となる．

1-2. ラグビーにおける肩関節外傷の特徴

スポーツ外傷・障害は，様々な競技スポーツにおいて問題視されるが，特に傷害発生の多い競技カテゴリに，コンタクト・コリジョンスポーツが該当する．ラグビーフットボール(以下，ラグビー)は，代表的なコンタクトスポーツであり，他の競技に比べて傷害発生率が高いことが報告されている[6, 49]．

ラグビーは，世界中でプレーされているスポーツの一つであり，ナショナルチームの世界一を決定するラグビーワールドカップは，FIFA ワールドカップ，オリンピックに次ぐ世界で 3 番目に大きなスポーツイベントとなっている．さらに，2019 年には本邦においてラグビーワールドカップが開催されることが決定し，本邦における注目度も高まっているため，競技力の向上や競技者の安全対策へ向けた傷害予防の取り組みに焦点が当てられている．



Fig, 1-1 Four step sequence of injury prevention research [van Mechelen et al. 1992]

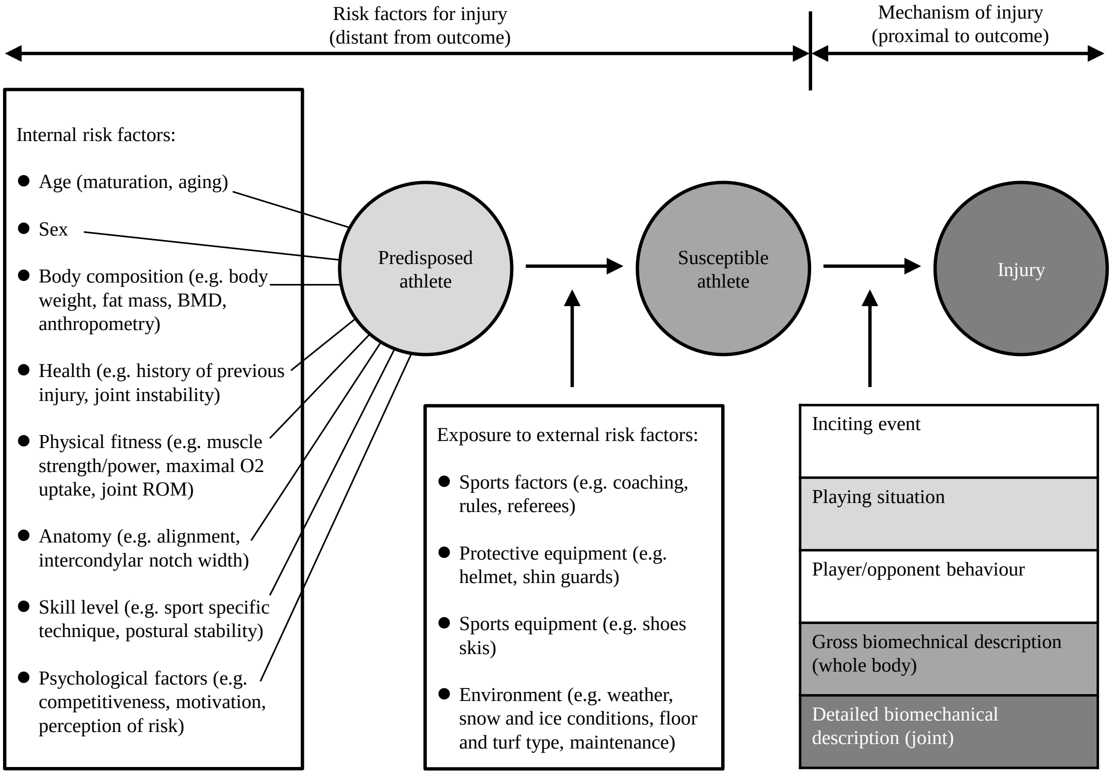


Fig. 1-2 Comprehensive model for injury causation [Bahr et al. 2005]

ラグビーは，激しいボディコンタクトとコリジョンが特徴的であり，高いレベルの競技特異的な体力と技術が要求される [18, 19, 45]．ラグビーの最も代表的なコンタクトプレーにタックルがある．タックルは，スクラム，ラック，モールといった他のコンタクトプレーに比べて傷害の発生頻度が高いプレーであり主要な原因となる [46, 55, 57]．タックルは，ボールを持って走っている選手(ボールキャリアー)に組み付いて相手の前進を阻む行為であり，タックルをする選手はタックラーと呼ばれる．

タックルフェイズは，タックラーが低い姿勢でボールキャリアーに近づき，次にボールキャリアーの体幹部に僧帽部を当て，上肢で相手を締め付ける動作からなる(Fig. 1-3)．したがって，タックラーの肩関節へは反復して力学的負荷が加わっており，タックルの際には，肩関節の外旋や水平伸展を強制されやすく [42]，肩関節の外傷リスクが懸念される．

肩関節の外傷は，コンタクト・コリジョンスポーツで共通してみられ，アイスホッケー(15%)[25]，ラグビーリーグ(10%)[31]，オーストラリアンフットボール(8%)[51]と同様に，ラグビーでも主要な外傷部位である(9-11%)[8, 9, 33]．Brooks et al.[9]は，イングランドのプレミアリーグに所属するプロラグビー選手 502 名を対象に，練習時における傷害の発生率，重症度に関して縦断的な疫学調査を行った．その結果，プロラグビー選手の傷害のうち肩関節の脱臼/不安定症は受傷から競技復帰までの平均日数が 157 日で，前十字靭帯損傷に次いで 2 番目に重症度が高かったことを報告している [9]．

Headey et al.[35]は，記述疫学的研究によって，イングランドのプレミアリーグに所属するプロラグビー選手 546 名を対象に肩関節外傷の詳細な疫学調査を行った．その結果，肩関節の脱臼/不安定症は 1.25 件/1000 player-hours の発生率で，重症度の指標になる受傷から競技復帰までの日数は 81 日であった．また，腱板損傷/インピンジメント症候群は，発生率が 2.03 件/1000 player-hours で平均して

23 日で競技復帰していることを示した．この 2 つの主要な外傷は発生率と重症度を掛け合わせて表現されるリスク [26]が高い外傷で，予防対策を講じて成功した際に予防効率の高いことがうかがえる．

また, 肩関節の外傷は再受傷の割合が高いことも指摘されている [35]. Headey et al.[35]は，プロラグビー選手において発生した肩関節外傷のうち，27%は再受傷が占めていることを報告しており，効果的なリハビリテーションの達成が困難であることが示唆される．したがって，ラグビー選手における肩関節の外傷は予防のみならず，再発予防も想定した予防策の確立が必要である．

加えて，先行研究では，プロレベルにおける調査が多いが，主要な肩関節外傷の一つである脱臼/不安定症は，初回脱臼の年齢が低いほど反復性に移行しやすいことが報告されている [11, 66]．よって，特にユースレベルで予防することが重要であることも念頭に置く必要があると考えられる．

Fig. 1-3 Tackle phase

1-3. ラグビーにおける肩関節外傷の予防

肩関節の脱臼/不安定性は，肩甲上腕関節に発生する代表的な外傷である．肩甲上腕関節は，主に関節唇，関節包，靭帯によって関節の安定性がもたらされているが [44, 50]，上腕骨頭に対して肩甲骨の関節窩は小さい為，大きな可動性を有する代わりに安定性は乏しいという特徴を持つ．そして，脱臼/不安定症は関節唇や関節包の損傷を招き [63]，関節の不安定性が高まる為に [47, 53]，再脱臼率が高いことも報告されている [11, 40]．肩関節脱臼は初回脱臼の年齢が低いほど反復性に移行しやすく [11, 66]，反復性肩関節脱臼は手術適用になる場合も多い [3, 6, 66]．

一方，腱板損傷/インピンジメント症候群は，肩甲下筋，棘上筋，棘下筋，小円筋からなる回旋腱板の損傷である．回旋腱板は肩甲上腕関節の動的安定性を担っており [16, 22, 23, 44]，スポーツ動作の遂行や肩関節への力学的負荷に対して安定化機構として重要な役割を果たしている．このように機能上安定性が求められる肩関節傷害の予防には，肩関節の脱臼/不安定性や腱板損傷/インピンジメント症候群をターゲットとした取り組みが欠かせない．

一般的に，脱臼/不安定症や腱板損傷/インピンジメント症候群の発生には，肩関節の静的および動的安定性が関与している．すなわち肩関節の関節不安定性，関節弛緩性，関節可動域，筋力等の身体的特性は，外傷の内的危険因子となる可能性が考えられる．

さらに，ラグビーの競技特性を考慮すると，タックラーは肩関節に対して反復して力学的負荷が加わるため，肩関節の安定性がハイパフォーマンス発揮にも関与すると考えられる．したがって，ラグビー選手における肩関節の外傷予防を計画する上で，外傷の内的危険因子に関する理解が重要である．しかし，ラグビーの傷害予防に関する先行研究では，外的危険因子に焦点を当てた研究が多く(ゲームレベル [34, 41]，プレーの種類 [29, 67]，タックル特性 [46, 55]，ポジション [7, 59]，トレーニング量 [10]，プレー時間 [4]，グラウンドサーフェスの影響 [30, 60]，ル

ール変更[43])，内的危険因子については不明な点が多い.

内的危険因子を検討することは，メディカルスクリーニングや傷害予防トレーニングを計画する上で貴重な情報になるが，加えてカットオフ値を検討することで，これらの指標となる．カットオフ値は，ROC 解析により求めることが可能で検査の診断能の評価に用いられる[48)]．ROC 解析とは，カットオフ値を連続的に変化させた場合の感度，特異度の変化を求め，縦軸に感度，横軸に偽陽性率(=1-特異度)をとってグラフ上にプロットする方法である[48)]．内的危険因子に対して ROC 解析を行う事で，メディカルスクリーニングや予防トレーニングといった目的に合わせてカットオフ値を設定するための知見になることが期待される.

1-4. 本研究の目的

本研究は，大学ラグビー選手を対象に前向きコホート研究を行い，肩関節の外傷予防に関する基礎的知見を得ることを目的とし，これを達成するために以下の課題を設定した．

1. ラグビー競技における肩関節外傷の疫学的特性を明らかにする
2. ラグビー選手の肩関節外傷に関連する内的危険因子を検討する
3. ラグビー選手における肩関節外傷の初回受傷と再受傷に関連する内的危険因子を層別化して比較する

これらの研究課題を明らかにすることで，ラグビー選手の肩関節外傷に対するプレシーズンのメディカルスクリーニングや，予防トレーニングを計画するための知見が提供できるものと考える．

第 2 章　本研究の課題

本論文は，(1)ラグビー競技における肩関節外傷の疫学調査，(2)ラグビー選手の肩関節外傷に関連する内的危険因子の検討，(3)ラグビー選手における肩関節外傷の初回受傷と再受傷に関連する内的危険因子の比較 -層別化による検討-，の 3 つの研究課題から構成されている．

研究課題 1：ラグビー競技における肩関節外傷の疫学調査

大学ラグビー選手を対象に，肩関節外傷の発生状況を縦断的に調査し，発生率，種類，重症度，受傷機転を分析する．

研究課題 2：ラグビー選手の肩関節外傷に関連する内的危険因子の検討

大学ラグビー選手を対象に，プレシーズンに肩関節に関連するメディカルスクリーニングを行い，その後に発生した肩関節外傷との関連を検討する．

研究課題 3：ラグビー選手における肩関節外傷の初回受傷と再受傷に関連する内的危険因子の比較 -層別化による検討-

大学ラグビー選手を対象に，肩関節外傷の既往歴の有無で選手を層別化し，初回受傷と再受傷に関連する内的危険因子を比較する．

第 3 章　ラグビー競技における肩関節外傷の疫学調査

3-1. 緒言

ラグビーはタックルを主としたコンタクトプレーが特徴的であり，肩関節の外傷リスクが懸念されるが，外傷の疫学的情報は少ない．Headey et al.[35]は，記述疫学的研究によって，イングランドのプレミアリーグに所属するプロラグビー選手 546 名を対象に，肩関節外傷の発生状況を縦断的に調査した．その結果，肩関節の脱臼/不安定症と腱板損傷/インピンジメント症候群が主要な外傷であったことを報告した [35]．しかし，この研究はプロレベルに限定された報告であり，大学レベルにおける報告はない．

そこで，本研究では大学ラグビー選手を対象に，肩関節外傷の発生状況を縦断的に調査し，発生率，種類，重症度，受傷機転を分析することを目的とした．本研究結果は，ラグビー競技における肩関節外傷の疫学的特性を把握する上で重要な知見になると考えられる．

3-2. 方法

3-2-1. 対象

対象は，1 チームに所属する大学ラグビー選手 78 名とした．シーズンを通してリハビリテーション等を理由に 1 度も全体練習に参加出来なかった選手や，シーズン途中でチームに入部，退部した選手は対象者から除外した．

本研究は，筑波大学人間総合科学研究科に設置された研究倫理委員会の承認のもと，研究目的，方法について説明し，参加に同意を得た上で実施された(承認番号 115).

3-2-2. 調査期間

調査期間は 2009 年から 2010 年の 2 年間とし，試合および練習で発生した肩関節の外傷をチームに所属するメディカルスタッフが収集した.

3-2-3. 外傷の定義および分類

本研究における外傷は，受傷日の翌日から翌々日以降に予定されている練習あるいは試合の全てに参加出来なくなった場合を外傷として扱った(Time-loss injury)[27)]．受傷日の翌々日に練習あるいは試合が予定されていなくても，参加が困難であると考えられた場合は外傷として扱った．発生した外傷は，徒手検査や画像検査の結果に基づき整形外科医の診断によって鑑別され，Orchard Sports Injury Classification System (OSICS)[52)]に準じて，肩甲上腕関節の脱臼/不安定症，腱板損傷/インピンジメント症候群，肩鎖関節損傷，肩周囲の筋挫傷/血腫に分類した.

3-2-4. Exposure time

試合参加時間および練習参加時間を個人ごとに記録し，Exposure time[27)]とした.試合参加時間は，公式戦の場合，日本ラグビーフットボール協会が公表する公式記録から参加時間を確認し，練習時間の場合，チームのマネージャーが記録した時間を使用した．練習の参加時間は，コーチが記録した時間を使用した.

3-2-5. 外傷発生率の算出

外傷発生率は，発生件数と Exposure time を用いて式 3.1 により，1000 player-Hours (以下，1000 PH)当たりの発生率を算出した [27)].

(式3.1) *Injury incidence = (injury number (n) / Exposure time (h)) × 1000)*

3-2-6. 95%CI の算出

95%CI は, 外傷発生率と Incidence proportion (IP)から式3.2により算出した[39].
IP は，式 3.3 により算出した[39].

(式3.2) $95\%CI = ((injury\ number\ (n) / Exposure\ time\ (h)) \pm (1.96 \times IP)) \times 1000)$

(式3.3) $IP = (\sqrt{injury\ number\ (n)} / Exposure\ time\ (h)) \times 1000)$

3-2-7. 重症度の定義

重症度は，受傷から復帰日までの日数と定義した[27]．復帰日は全ての練習に完全参加した日，あるいは試合出場が可能な状態になった日と定義した.

3-2-8. 再受傷の定義

再受傷は，以前受傷した外傷と同部位，同種類の外傷であり，以前受傷した外傷の治療が終わり，選手が完全復帰した後に発生した外傷と定義した[27]．調査期間より以前に発生した外傷については，対象者に確認して記録した.

3-2-9. 受傷機転の分類

受傷機転は，タックルを行う・タックルを受けた・スクラム・ラインアウト・他選手との衝突・地面との衝突・不明に分類した.

3-2-10. 分析方法

外傷の種類別に発生率，重症度，初発率，再発率，受傷機転についてまとめ，95%CI のオーバーラップで有意差を判断した.

3-3. 結果

2 シーズン中の試合数は 82 試合，総練習回数は 431 回であった．試合参加時間は 1640.2 時間，練習参加時間は 42590.4 時間，総 Exposure time は 44230.6 時間であった(Table 3-1).

2 シーズン中に外傷は 26 件発生し，そのうち試合時は 22 件，練習時は 24 件であった．1000 PH 当たりの外傷発生率は，全体で 1.04 件[95%CI, 0.74-1.34]，試合時で 13.40 件[95%CI, 7.81-19.00]，練習時で 0.56 件[95%CI, 0.34-0.79]であり，練習時に比べて試合時の発生率は有意に高かった．重症度は平均で 39.4 日，試合時で 38.0 日，練習時で 40.8 日であった(Table 3-2).

3-3-1. 外傷別の発生率と重症度(Table 3-3)

外傷別では，脱臼/不安定症の発生率が最も高く(0.41 件)，次いで腱板損傷/インピンジメント症候群の発生率が高かった(0.27 件)．重症度は，脱臼/不安定症が最も高く(60.4 日)，次いで腱板損傷/インピンジメント症候群の重症度が高かった(28.8 日).

3-3-2. 試合時の外傷発生率と重症度(Table 3-4)

試合時では, 脱臼/不安定症(4.88 件)と, 腱板損傷/インピンジメント症候群(4.88 件)の発生率が最も高かった．重症度は，脱臼/不安定症が最も高く(55.6 日)，次いで腱板損傷/インピンジメント症候群の重症度が高かった(30.3 日).

3-3-3. 練習時の外傷発生率と重症度(Table 3-5)

練習時では，脱臼/不安定症の発生率が最も高く(0.23 件)，次いで肩鎖関節損傷の発生率が高かった(0.19 件)．重症度は，脱臼/不安定症の重症度が最も高く(64.2 日), 次いで腱板損傷/インピンジメント症候群の重症度が高かった(29.3 日).

3-3-4. 初発率および再発率(Table 3-6)

全外傷のうち 69.6%が初発，30.4%が再発であった．初発率が高い外傷は，腱板損傷/インピンジメント症候群(75.0%)で，初発時の重症度は再発時よりも高かった(初発 33.0 日 vs.再発 6.0 日). 再発率が高い外傷は, 脱臼/不安定症(55.6%)で, 再発時の重症度は初発時よりも高かった(初発 42.6 日 vs.再発 74.6 日). 肩鎖関節損傷は全てが初発で再発はなかった.

3-3-5. 受傷機転(Table 3-7)

受傷機転は,「タックルを行う」が 39.1%を占め最も多かった．次いで「地面との衝突」であった(10.9%). また,「タックルを行う」時の重症度が最も高かった(57.5 日).

Table 3-1 Exposure time

	Number (n)	Exposure time (hours)
Match	82	1640.2
Training	431	42590.4
(All)	513	44230.6

Table 3-2 The incidence and severity of shoulder injuries

	Event number (n)	Incidence [95%CI] (/1000PH)	Severity [range] (days)
Match	22	13.40 [7.81-19.00]	38.0 ± 48.7 [4-226]
Training	24	0.56 [0.34-0.79]	40.8 ± 47.7 [3-209]
(All)	46	1.04 [0.74-1.34]	39.4 ± 47.6 [3-226]

Table 3-3 The incidence and severity of shoulder injuries as a function of injury category

Injury type	Event number (n)	Incidence [95%CI] (/1000PH)	Severity [range] (days)
Dislocation/ instability	18	0.41 [0.22-0.59]	60.4 ± 65.2 [5-226]
Rotator cuff injuries/ shoulder impingement	12	0.27 [0.12-0.42]	28.8 ± 33.5 [3-114]
Acromioclavicular joint injuries	11	0.25 [0.10-0.40]	27.0 ± 17.1 [4-66]
Shoulder muscle strain/ hematoma shoulder	5	0.11 [0.01-0.21]	16.6 ± 16.3 [3-43]
(All)	46	1.04 [0.74-1.34]	39.4 ± 47.6 [3-226]

Table 3-4 The incidence and severity of match injuries as a function of injury category

Injury type	Event number (n)	Incidence [95%CI] (/1000PH)	Severity [range] (days)
Dislocation/ instability	8	4.88 [1.50-8.26]	55.6 ± 70.8 [9-226]
Rotator cuff injuries/ shoulder impingement	8	4.88 [1.50-8.26]	30.3 ± 13.1 [18-44]
Acromioclavicular joint injuries	3	1.83 [-0.24-3.90]	28.6 ± 37.2 [4-114]
Shoulder muscle strain/ hematoma shoulder	3	1.83 [-0.24-3.90]	23.3 ± 18.6 [6-43]
(All)	22	13.40 [7.81-19.00]	38.0 ± 48.7 [4-226]

Table 3-5 The incidence and severity of training injuries as a function of injury category

Injury type	Event number (n)	Incidence [95%CI] (/1000PH)	Severity [range] (days)
Dislocation/ instability	10	0.23 [0.09-0.38]	64.2 ± 64.0 [5-209]
Rotator cuff injuries/ shoulder impingement	4	0.09 [0.00-0.19]	29.3 ± 29.8 [3-72]
Acromioclavicular joint injuries	8	0.19 [0.06-0.32]	25.8 ± 19.0 [4-66]
Shoulder muscle strain/ hematoma shoulder	2	0.05 [-0.02-0.11]	6.5 ± 4.9 [3-10]
(All)	24	0.56 [0.34-0.79]	40.8 ± 47.7 [3-209]

Table 3-6 The proportion and mean severity of new and recurrent injuries

	Proportion (%)		Severity [range] (days)	
Injury type	New	Recurrent	New	Recurrent
Dislocation/ instability	44.4	55.6	42.6 ± 34.4 [9-118]	74.6 ± 81.3 [5-226]
Rotator cuff injuries/ shoulder impingement	75.0	25.0	33.0 ± 37.8 [3-114]	6.0 ± 0.0 [6-6]
Acromioclavicular joint injuries	100.0	0.0	27.0 ± 17.1 [4-66]	
Shoulder muscle strain/ hematoma shoulder	80.0	20.0	19.3 ± 17.5 [3-43]	16.3 ± 12.7 [9-31]
(All)	69.6	30.4	31.6 ± 28.6 [3-118]	57.2 ± 73.6 [5-226]

Table 3-7 The injury event for injury type

Injury event	Dislocation/ Instability n [%]	Rotator cuff injuries/ shoulder impingement n [%]	Acromio-clavicular joint injuries n [%]	Shoulder muscle strain/ hematoma shoulder n [%]	All n [%]	Severity [range] (days)
Tackling	11 [61.1]	3 [25.0]	2 [18.2]	2 [40.0]	18 [39.1]	57.5 ± 66.9 [4-226]
Being tackled	0 [0.0]	2 [16.7]	1 [9.1]	0 [0.0]	3 [6.5]	15.7 ± 11.5 [9-29]
Scrum-maging	0 [0.0]	0 [0.0]	0 [0.0]	1 [20.0]	1 [2.2]	3.0 ± 0.0 [3-3]
Other player collision	1 [5.6]	0 [0.0]	1 [9.1]	0 [0.0]	2 [4.3]	35.0 ± 12.7 [26-44]
Ground collision	1 [5.6]	2 [16.7]	2 [18.2]	0 [0.0]	5 [10.9]	38.2 ± 28.6 [12-72]
Unknown	5 [27.8]	5 [41.7]	5 [45.5]	2 [40.0]	17 [37.0]	27.5 ± 26.2 [3-114]

3-4. 考察

本研究は，大学ラグビーチームを対象に，肩関節外傷の発生状況を 2 シーズンに渡って縦断的に調査した．試合時の外傷発生率(13.4/1000PH; 95%CI, 7.8-19.0)は，プロラグビー選手(8.9/1000PH; 95%CI, 7.5-10.3)で報告されたものよりも高く [35)]，練習時の外傷発生率(0.56/1000PH; 95%CI, 0.34-0.79)は，プロラグビー選手(0.10/1000PH; 95%CI, 0.06-0.14)で報告されたものよりも有意に高かった [35)]．この結果からプロラグビー選手に比べて，大学ラグビー選手は肩関節の外傷リスクが高い可能性があり，外傷予防の必要性が高いことが示唆された．

本研究における外傷の受傷機転は，「タックルを行う」が 39.1%を占め最も多かった．この結果は先行研究と類似しており [35)]，ラグビー選手の肩関節外傷において，タックルが主要な Inciting event であることが示唆された．また，この傾向はアメリカンフットボールの報告とも一致する [38)]．タックル時には肩関節に力学的負荷が加わるため，肩関節周囲の筋力や，関節の安定性が重要であると考えられるが，大学ラグビー選手はプロラグビー選手に比べて体力水準が低いことが推察される．特に，肩関節に関連する身体特性が外傷の内的危険因子として関与している可能性が考えられた．

主要な外傷の種類は，脱臼/不安定症と腱板損傷/インピンジメント症候群であり，先行研究と類似した [35)]．試合時の脱臼/不安定症と腱板損傷/インピンジメント症候群の発生率は，両外傷ともに 4.88 件で，プロラグビー選手で報告されたものよりも高かった(脱臼/不安定症, 1.25 件; 腱板損傷/インピンジメント症候群, 2.03 件)．これらの外傷の特徴として，重症度が高いことと，特に脱臼/不安定症では再発率が高いことが挙げられる．そして両外傷共にタックルによる受傷が多い．

2 年間に渡る縦断的な調査の結果，大学ラグビー選手において，脱臼/不安定症や腱板損傷/インピンジメント症候群といった肩甲上腕関節に関わる外傷が主

要な肩関節外傷であることが示された．したがって，この種の外傷に対する予防策の必要性が高いと考えられる．また，両外傷ともにタックルによる受傷が多いことから，類似した内的危険因子が関与している可能性が考えられた．

3-5. 結論

本研究は，大学ラグビー選手を対象に，肩関節外傷の発生状況を 2 シーズンに渡って縦断的に調査した．ラグビー競技における肩関節外傷は，脱臼/不安定症や腱板損傷/インピンジメント症候群といった肩甲上腕関節に関わる外傷の発生率，重症度，再発率が高く，この種の外傷に対する予防策の必要性が示唆された．

第 4 章　ラグビー選手の肩関節外傷に関連する内的危険因子の検討

4-1. 緒言

ラグビー競技における肩関節の外傷は，脱臼/不安定症や腱板損傷/インピンジメント症候群といった肩甲上腕関節に関わる外傷の発生率が高い．これらの外傷は，受傷時の重症度が高いことに加えて，再受傷率が高いことが指摘されており [35)]，予防が重要視される．スポーツ医学分野では，予防措置の第 1 段階として，内的危険因子を有する選手を把握するために競技特性を考慮したメディカルスクリーニングを実施することが推奨されている．

ラグビーの競技特性はコンタクトプレーの反復であり [28, 32)]，タックルは主要な受傷機転である [61)]．タックル時にはタックラーの肩関節に力学的負荷が加わるため，ハイパフォーマンス発揮や傷害予防のためには，肩関節の静的および動的安定性が重要であると考えられる．したがって，肩関節の関節不安定性，関節弛緩性，関節可動域，筋力等の身体的特性が内的危険因子として関与している可能性が考えられる．しかし，どの身体的特性が外傷リスクに関与しているか，さらにはその因子の影響度については明らかになっていない．

そこで，本研究は大学ラグビー選手を対象に，プレシーズンに肩関節に関連するメディカルスクリーニングを行い，その後に発生した肩関節外傷との関連を検討することを目的とした．本研究結果は，プレシーズンのメディカルスクリーニングを計画する上で，重要な知見になると考えられる．

4-2. 方法

4-2-1. 対象

本研究は，1 チームに所属する大学ラグビー選手 78 名を対象に，プレシーズンにメディカルスクリーニングを実施し，選択基準に合致した 69 名を対象とした(Fig. 4-1). 対象者の身体的特性を Table 4-1 に示す．なお，以下の 2 点を除外基準とした.

a. 肩関節に手術歴を有する選手
b. 調査開始時点で外傷・障害によってラグビー活動に参加出来ない選手

4-2-2. 調査期間

調査期間は，2009 年から 2010 年の 2 年間とし，試合および練習で発生した肩関節の外傷をチームに所属するメディカルスタッフが収集した.

4-2-3. 外傷の定義

外傷の種類は，ラグビー活動中に発生した肩甲上腕関節の外傷(脱臼/亜脱臼/不安定症，または腱板損傷/インピンジメント症候群)に限定した．上記外傷が原因で，Time-loss injury[27)]に該当する場合を外傷発生と定義した．外傷は徒手検査や画像検査の結果に基づき整形外科医の診断によって鑑別された．腱板損傷に関しては，慢性的な疼痛を有していた場合でも Time-loss を伴わない場合は外傷発生には含めず，コンタクトプレーおよびコリジョンに起因する外傷性の腱板損傷のみを扱った.

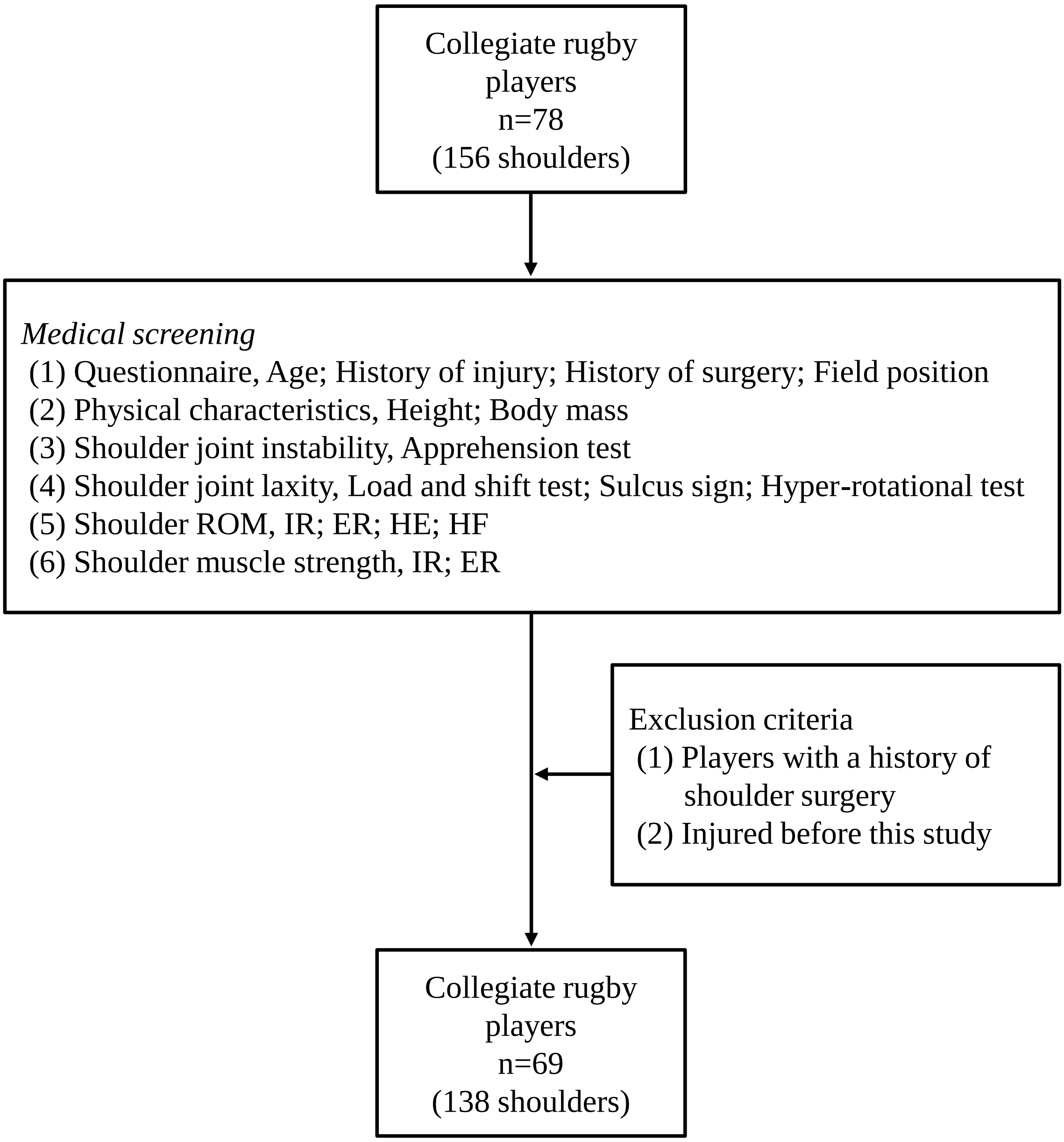


Fig. 4-1 Subjects

IR, internal rotation; ER, external rotation; HE, horizontal extension; HF, horizontal flexion; ROM, range of motion

Table 4-1. Physical characteristic of subjects

	Age (year)	Height (cm)	Body mass (kg)	FW (n)	BK (n)
Collegiate rugby players (n=69)	19.5 ± 1.3	176.0 ± 1.3	83.6 ± 11.2	34	35

The group were comprised of forwards (FW, n=34: Prop, 9; Hooker, 5; Lock, 9; Flanker, 7; Number 8, 4) and backs (BK, n=35: Scrum half, 6; Standoff, 5; Centre, 11; Wing, 6; Full back, 7).

4-2-4. メディカルスクリーニングの内容

メディカルスクリーニングでは以下の 6 項目に関して調査，測定を行った.

- 質問紙：年齢，既往歴，手術歴，ポジション
- 身体組成：身長，体重
- 肩関節不安定性：Apprehension test
- 肩関節弛緩性：Load and shift test，Sulcus sign，東大式関節弛緩性テスト
- 肩関節可動域：内旋，外旋，水平屈曲，水平伸展
- 肩関節等尺性筋力：内旋，外旋

(1) 質問紙による調査

質問紙を用いて，年齢，既往歴，手術歴，ポジションを調査した．既往歴は肩甲上腕関節の外傷(脱臼/亜脱臼/不安定症，または腱板損傷/インピンジメント症候群)経験の有無を調査し，外傷の定義と同様に Time-loss injury に該当する場合を既往歴有とした.

(2) 身体組成の測定

デジタル身長計と体重計を用いて，身長および体重を測定した.

(3) 関節不安定性の評価

肩関節前方不安定性の評価として Apprehension test を行った. 対象者は座位になり，検者は一方の手で対象者の手関節部を持ち，肩関節を 90 度外転位，肘関節を 90 度屈曲位に保持し，他方の手で肩関節を支えながら母指で骨頭を前方に押して徐々に肩関節を外旋させた. 疼痛や不安感を訴えた場合に陽性とした(Fig. 4-2)[1]．なお，本テストは整形外科医が検査した.

(4) 関節弛緩性の評価

関節弛緩性の評価として，Load and shift test，Sulcus sign，東大式関節弛緩性テストを行った．

Load and shift test は，肩関節の前後方向への弛緩性を評価するために行った．対象者は座位および上肢下垂位になり，検者は対象者の肩甲骨を一方の手で押さえ，他方の手で上腕骨頭を掴み，前方および後方へストレスをかけた．骨頭の過度な移動が認められる場合に陽性とした(Fig. 4-3)[1]．なお，本テストは整形外科医が検査した．

Sulcus sign は，肩関節の下方への弛緩性を評価するために行った．対象者は座位および上肢下垂位になり，検者は対象者の上腕を掴み下方への牽引力を加えた．肩峰突起の下にくぼみが出現した場合に陽性とした(Fig. 4-4)[1]．本テストは整形外科医が検査した．

東大式関節弛緩性テストのうち肩関節の回旋テストを行った．東大式関節弛緩性テストの方法に準じ，背中で指が握れる場合を陽性とした(Fig. 4-5)[68]．

(5) 関節可動域の測定

角度計(東大式ゴニオメーター)を用いて，肩関節の内旋，外旋，水平伸展，水平屈曲可動域を測定した．内旋および外旋可動域は以下の 2 つの肢位(a, b)でそれぞれ測定した．全ての測定は他動的に行われ，測定の際にはエンドフィールにより最終域を決定した．

a. 肩関節 90 度外転位および肘関節 90 度屈曲位：90 度外転位(Fig. 4-6)
b. 肩関節 90 度屈曲位および肘関節 90 度屈曲位：水平屈曲位(Fig. 4-7)

(6) 等尺性筋力測定

ハンドヘルドダイナモメーター(micro-FET, Hoggan Health Industries, Draper, UT, USA)を用いて，肩関節内旋および外旋筋力を以下の 2 つの肢位(a, b)で測定した.

a. 上肢下垂位および肘関節 90 度屈曲位：0 度外転位(Fig. 4-8)

b. 肩関節 90 度外転位および肘関節 90 度屈曲位：90 度外転位(Fig. 4-9)

測定は等尺性筋収縮を 3 秒間行わせた際の最大値を記録し，体重で除した値を分析に使用した．また，内旋と外旋の測定値から内外旋筋力比を算出し分析に使用した．全ての測定は同一の検者により行われ，測定中に代償運動が生じないように，他の検者が対象者の姿勢を固定した．級内相関係数(Intra-class correlation co-efficients, ICC 1.1)を算出し，検者内信頼性を確認した.

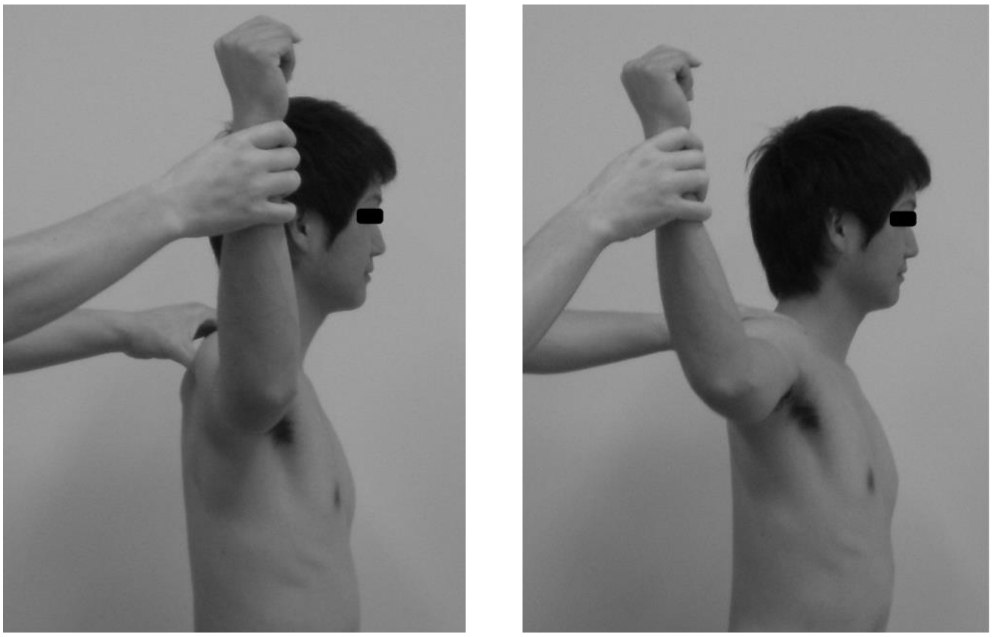


Fig. 4-2 Apprehension test

The shoulder is passively moved into “maximum external rotation in abduction and forward pressure is applied to the posterior aspect of the humeral head.” When the patient apprehensive and complains of pain in the shoulder, a positive test result is recorded[1].

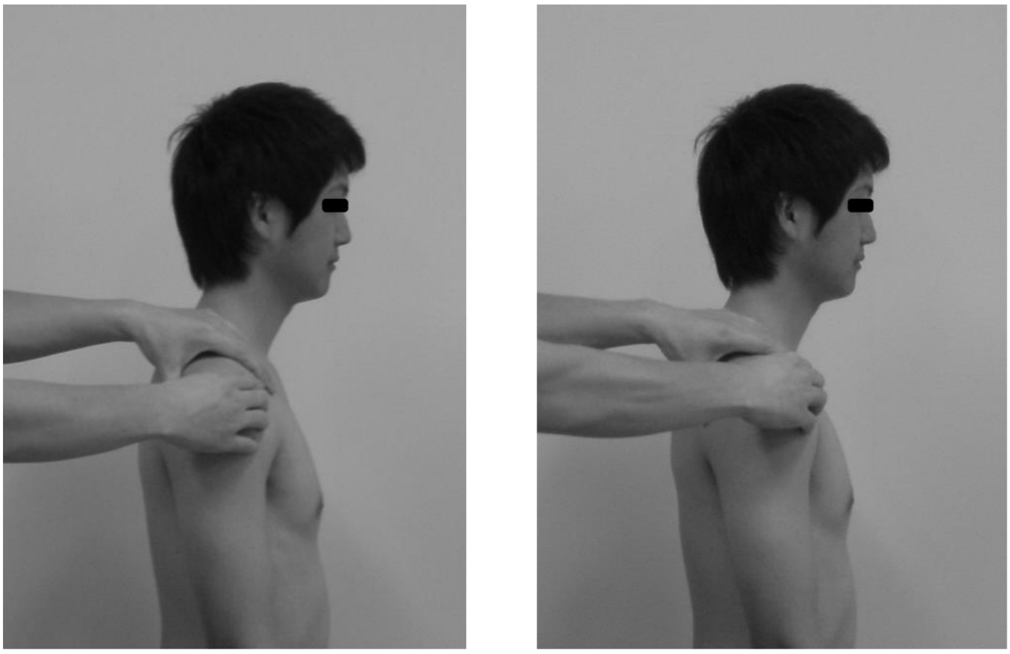


Fig. 4-3 Load and shift test

The load and shift test was tested as follows; the examiner stands behind the patient and stabilizes the scapula with one hand, while grasping the humeral head with the other. Both anterior and posterior stresses are applied, and the amount of translation noted[1)].

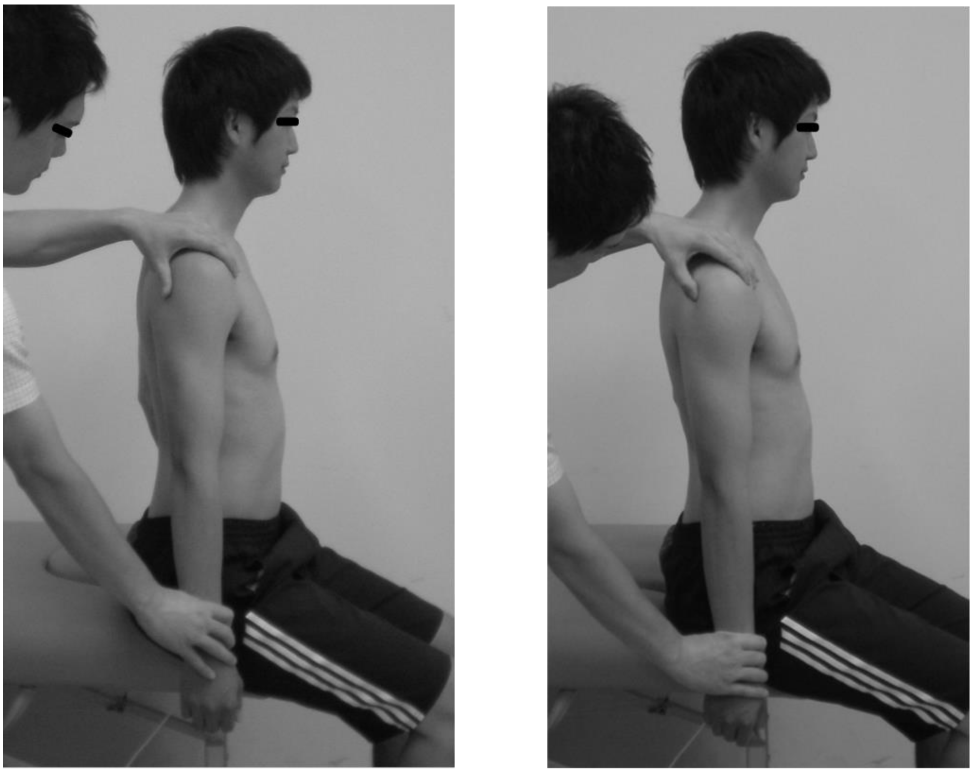


Fig. 4-4 Sulcus sign

The sulcus sign was applied by exerting downward traction on the humerus, and a positive test result was recorded if the examiner observed dimpling beneath the acromion[1].

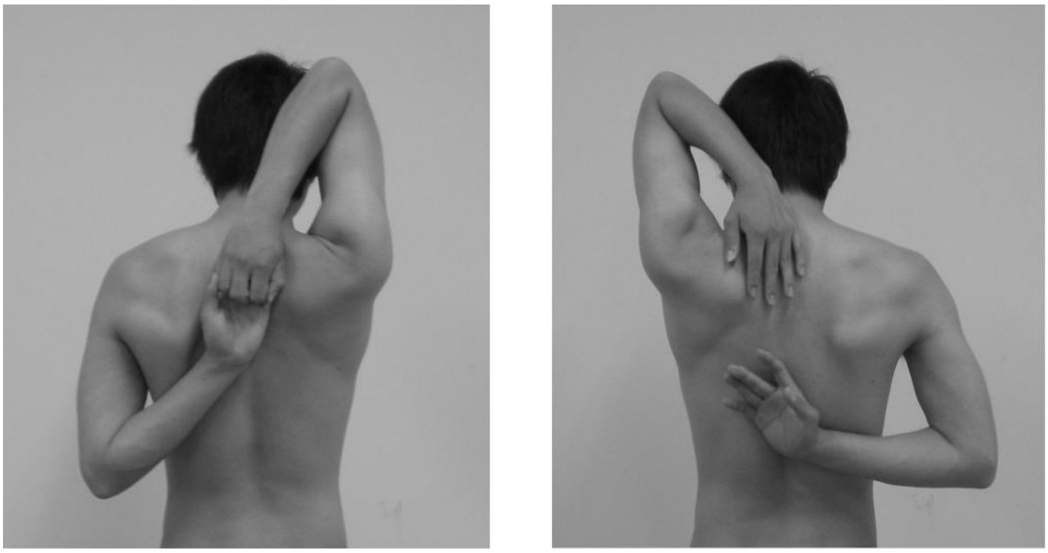


Fig. 4-5 Hyper-rotational test

Positive shoulder hyper-rotational was defined when participants could grasp their hands from both the cranial sides on their back[68].

(a) IR **(b) ER**

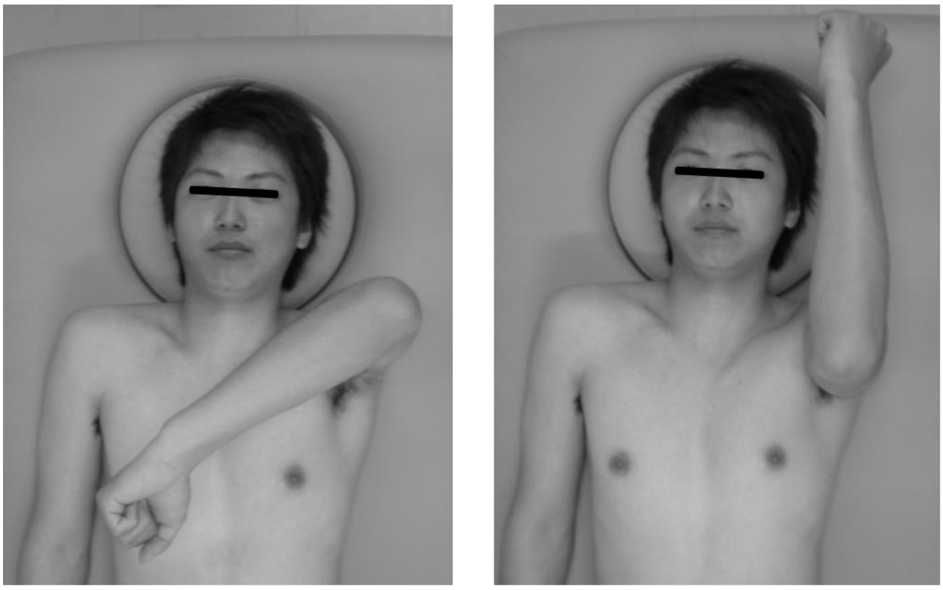
Fig. 4-6 Measurement position of the shoulder IR/ER ROM

(90 degrees abducted position)

(a) IR, passive range of motion measurement for internal rotation

(b) ER, passive range of motion measurement for external rotation

Participant is 90 degrees of shoulder abduction and 90 degrees of elbow flexion in a supine position[56)]; a goniometer was applied to measure; the end of ROM motion was determined with the end feeling of the same examiner.



(a) IR **(b) ER**

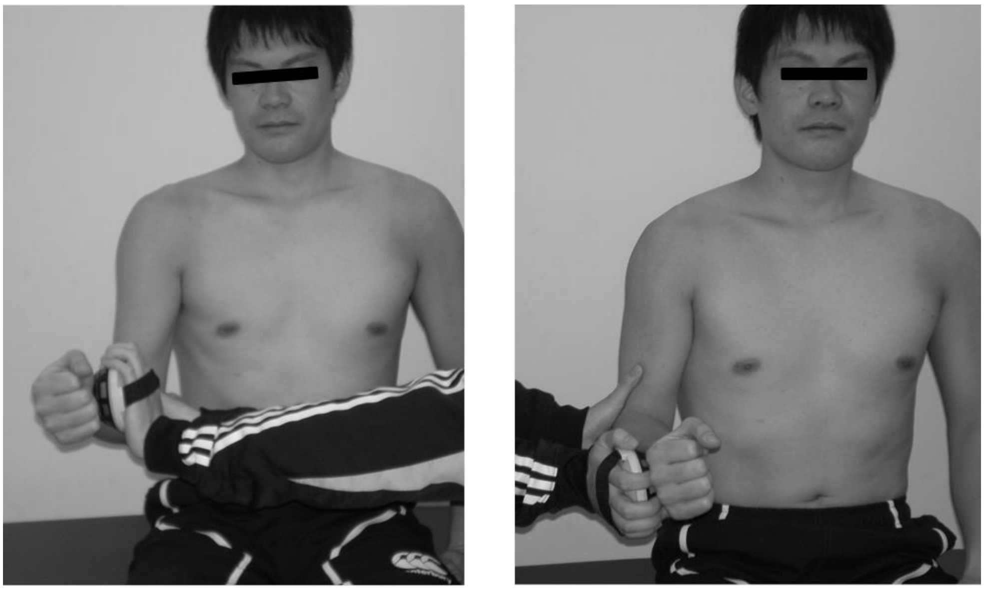
Fig. 4-7 Measurement position of the shoulder IR/ER ROM

(Horizontal adducted position)

(a) IR, passive range of motion measurement for internal rotation

(b) ER, passive range of motion measurement for external rotation

Participant is 90 degrees of horizontal shoulder abduction and 90 degrees of elbow flexion in a supine position; a goniometer was applied to measure; the end of ROM motion was determined with the end feeling of the same examiner.



(a) IR **(b) ER**

Fig. 4-8 Measurement position of the shoulder IR/ER muscle strength

(0 degrees abducted position)

(a) IR, muscle strength measurement for internal rotation

(b) ER, muscle strength measurement for external rotation

The dynamometer was applied to the wrist joints of players. Isometric contraction continued for three seconds. Isometric muscle strength was measured by same examiner.

(a) IR **(b) ER**

Fig. 4-9 Measurement position of the shoulder IR/ER muscle strength

(90 degrees abducted position)

(a) IR, muscle strength measurement for internal rotation

(b) ER, muscle strength measurement for external rotation

The dynamometer was applied to the wrist joints of players. Isometric contraction continued for three seconds. Isometric muscle strength was measured by same examiner.

4-2-5. 分析方法

(1) メディカルスクリーニング結果の比較

調査期間終了後，肩関節外傷が発生した選手(Injury group)と，発生しなかった選手(No injury group)に分類し，メディカルスクリーニングの結果を比較した．関節可動域，筋力を比較する際には，対応のない t 検定を行い，人数，平均値，標準偏差から Effect size (Cohen’s *d*)を算出した．

既往歴，Apprehension test，Load and shift test，Sulcus sign，東大式関節弛緩性テスト, ポジションを比較する際には, x^2 検定を行い, ファイ係数を用いて Effects size (φ coefficient)を算出した．

(2) 外傷関連因子の抽出

外傷に関連する因子を抽出するためにロジスティック回帰分析を行った．分析では以下のように設定し，ロジスティック回帰分析を適用した．

a. 分析の設定

- 従属変数：外傷発生の有無(無=0; 有=1)
- 独立変数：メディカルスクリーニングの結果(詳細を以下に示す)
- 変数選択：変数増加法(尤度比)
- ステップワイズにおける確率：投入 5%，除去 10%

b. 独立変数と投入方法

- 肩水平伸展可動域, 連続変数
- 肩水平屈曲可動域, 連続変数
- 肩内旋可動域(90 度外転位), 連続変数
- 肩外旋可動域(90 度外転位), 連続変数

- 肩内旋可動域(水平屈曲位), 連続変数
- 肩外旋可動域(水平屈曲位), 連続変数
- 肩内旋筋力(0 度外転位), 連続変数
- 肩外旋筋力(0 度外転位), 連続変数
- 肩内旋筋力(90 度外転位), 連続変数
- 肩外旋筋力(90 度外転位), 連続変数
- 肩内外旋筋力比(0 度外転位), 連続変数
- 肩内外旋筋力比(90 度外転位), 連続変数
- 既往歴の有無, カテゴリ変数; 無=0; 有=1
- Apprehension test, カテゴリ変数; 陰性=0; 陽性=1
- Load and shift test, カテゴリ変数; 陰性=0; 陽性=1
- Sulcus sign, カテゴリ変数, 陰性=0; 陽性=1
- 東大式関節弛緩性テスト, カテゴリ変数, 陰性=0; 陽性=1
- ポジション, カテゴリ変数, Forward=0; Backs=1

ロジスティック回帰分析で出力された結果から，回帰式の有意性，回帰モデルの適合度，寄与率，的中率を確認した．回帰式の有意性はモデル係数のオムニバス検定の結果から判断し，x^2 値が $p<0.05$ の場合に回帰式に意味があると判断した．Hosmer-Lemeshow の適合度検定から回帰式の適合度を評価し，$p \geqq 0.05$ の場合にモデルが適合していると判断した．回帰モデルの寄与率は Cox & Snell R^2 および Nagelkerke R^2 で確認し, モデルの的中率は分類テーブルから確認した．方程式の変数から抽出された因子とそのオッズ比を確認し．回帰式に当てはめた．

全ての統計処理は, SPSS Statistics 18.0 (IBM)を使用し, 有意水準は 5%とした．

4-3. 結果

4-3-1. 外傷発生状況(Table 4-2)

2 シーズンの間に肩関節外傷が発生した選手は 15 名(脱臼/不安定症 10 名; 腱板損傷 5 名)で，このうち初発が 6 名，再発が 9 名であった．外傷から競技復帰までに要した日数は，平均で 42.1 日であった．メディカルスクリーニングから外傷発生までの日数は，平均で 300.4 日であった．

4-3-2. 受傷機転(Table 4-3)

外傷が発生した 15 名の受傷機転は，タックルを行うが 8 名，タックルを受けたが 1 名，地面との衝突が 1 名，不明が 5 名で，タックルを行うが最も多かった．

4-3-3. メディカルスクリーニングの結果(Table 4-4)

肩水平伸展，肩水平屈曲，肩内旋可動域(90 度外転位)，肩外旋可動域(90 度外転位)，肩内旋可動域(水平屈曲位)は，肩内旋可動域は両群間で差はなかったが，水平屈曲位での肩外旋可動域は Injury group で有意に低かった($p<0.05$).

筋力測定の検者内信頼性(ICC 1,1)は，0 度外転位の内旋で 0.93 (95%CI, 0.82-0.97)，外旋で 0.90 (95%CI, 0.72-0.96)であった．一方，90 度外転位の内旋で 0.92 (95%CI, 0.78-0.97)，外旋で 0.91 (95%CI, 0.77-0.97)であった．

0 度外転位での肩外旋筋力は Injury group で有意に低く($p<0.05$), 肩内外旋筋力比は Injury group で有意に高かった($p<0.05$). 90 度外転位での肩内旋筋力は Injury group で有意に低かった($p<0.05$).

Injury group では既往歴を有する選手が有意に多かった($p<0.05$)．また，Injury group では BK の選手が有意に多かった($p<0.05$).

4-3-4. ロジスティック回帰分析の結果(Table 4-5 a, b, c, d, e)

ロジスティック回帰分析で出力された結果を Table 4-5(a, b, c, d, e)に示した．(a)モデル係数のオムニバス検定におけるモデル x^2 値は，p=0.00 でモデルの有意性が保証された($p<0.05$)．(b)本モデルの寄与率は 0.14-0.22 であった(Cox & Snell R^2 および Nagelkerke R^2)．(c) Hosmer-Lemeshow 検定は p=0.35 で，本モデルは適合していると判断された(p≧0.05). (d) モデルの的中率は 79.4%であった．(e) 抽出された因子は，既往歴(OR, 6.56; 95%CI, 2.04-20.98; p=0.00)，Load and shift test (OR, 2.55; 95%CI, 0.92-7.06; p=0.07)，肩内外旋筋力比(OR, 1.39; 95%CI, 1.08-1.77; p=0.00)であったが，Load and shift test は有意な因子ではなかった．本モデルにおける回帰式は式 4.1 のようになった．抽出された因子の解釈は次のようになる．

- 既往歴がある選手はない選手に比べ，外傷リスクが 6.56 倍である
- Load and shift test が陽性の選手は陰性の選手に比べ，外傷リスクが 2.55 倍である
- 肩内外旋筋力比が 1.0 増加すると外傷リスクが 1.39 倍高まる

(式4.1) $\textit{Probability of the shoulder injuries} = 1/1+\exp(-(-4.61+1.88x_1+0.94x_2+0.33x_3))$

Table 4-2 Number of shoulder injuries during 2009-2010 seasons

	New (n=6)	**Recurrent (n=9)**		**All (n=15)**
		History of dislocation/ instability	History of rotator cuff injuries	
Dislocation/instability	4	4	2	**10**
Rotator cuff injuries	2	0	3	**5**
Days until return to play, mean ± SD (range)				**42.1 ± 36.9 (3-118)**
Days until shoulder injuries after medical screening, mean ± SD (range)				**300.4 ± 208.3 (63-613)**

Days until return to play, the number of days that have elapsed from the date of injury to the player's return to full participation in team training or availability for match selection. There were no players who have the past history of both dislocation/instability and rotator cuff injuries.

Table 4-3 Injury event for shoulder injuries

	Dislocation/ instability (n=10)	Rotator cuff injuries (n=5)	**All (n=15)**
Tackling	6	2	**8**
Being tackled	1	0	**1**
Ground collision	0	1	**1**
Unknown	3	2	**5**

Table 4-4 Results of medical screening

		No injury group 54 players (108 shoulders)	Injury group 15 players (30 shoulders)	p	Effect size
ROM					
HE (degrees)		30.0 ± 10.9	32.0 ± 11.6	0.38	0.18 (None)
HF (degrees)		124.8 ± 10.0	127.0 ± 8.6	0.28	0.23 (Small)
90 degrees abducted position					
IR (degrees)		74.0 ± 16.9	75.3 ± 18.1	0.71	0.08 (None)
ER (degrees)		90.1 ± 12.9	91.2 ± 12.6	0.68	0.09 (None)
Horizontal adducted position					
IR (degrees)		20.9 ± 13.8	24.7 ± 11.1	0.17	0.29 (Small)
ER (degrees)		95.1 ± 16.7	86.7 ± 8.0	0.00 *	0.55 (Medium)
Muscle strength					
0 degrees abducted position					
IR (N/body mass)		3.03 ± 0.6	3.07 ± 0.5	0.76	0.07 (None)
ER (N/body mass)		1.81 ± 0.4	1.62 ± 0.3	0.01 *	0.50 (Medium)
IR/ER ratio (IR/ER)		1.72 ± 0.4	1.93 ± 0.4	0.00 *	0.53 (Medium)
90 degrees abducted position					
IR (N/body mass)		2.42 ± 0.6	2.66 ± 0.4	0.04 *	0.60 (Medium)
ER (N/body mass)		2.22 ± 0.4	2.30 ± 0.4	0.38	0.20 (Small)
IR/ER ratio (IR/ER)		1.10 ± 0.3	1.18 ± 0.2	0.17	0.28 (Small)
Joint instability					
Apprehension test	(-)	103	28	0.65	0.03 (None)
	(+)	5	2		
Joint laxity					
Load and shift test	(-)	91	21	0.07	0.15 (None)
	(+)	17	9		
Sulcus sign	(-)	100	30	0.12	0.13 (None)
	(+)	8	0		
Hyper-rotational test	(-)	95	13	0.76	0.02 (None)
	(+)	26	4		
Questionnaire					
History of injury	(-)	102	21	0.00 *	0.32 (Small)
	(+)	6	9		
Field position	(FW)	60	10	0.03 *	0.18 (None)
	(BK)	48	20		

Data above show average value ± standard deviation; ROM, range of motion; HE, horizontal extension; HF, horizontal flexion; IR, internal rotation; ER, external rotation; N, newton; (-), negative; (+), positive; FW, forward; BK, backs; p value, unpaired t-test or chi-square test for difference between groups; *p<0.05 (No injury vs. Injury); Effect size by Cohen's *d* or φ coefficient; Small, 0.20; Medium, 0.50; Large, 0.80.

Table 4-5 Results of logistic regression analysis (a, b, c, d, e)

(a) Omnibus tests of model coefficients

	x^2	Degree of freedom	p
Step	3.1	1	0.07
Block	21.0	3	0.00 *
Model	21.0	3	0.00 *

* $p<0.05$

(b) Coefficient of determination

	-2 log likelihood	Cox-Snell R^2	Nagelkerke R^2
Step	122.5	0.14	0.22

(c) Hosmer-Lemeshow test

	x^2	Degree of freedom	p
Step	8.9	8	0.35

(d) Classified tables

Observe		Predict: Injury (+)	Predict: Injury (-)	Sensitivity (%)
Injury	(-)	100	6	94.3
	(+)	22	8	26.7
All (%)				79.4

(e) Variables and odds ratio

Variables	B (S.E.)	Wald	OR (95%CI)	p
[x_1] History of injury	**1.88 (0.59)**	**10.03**	**6.56 (2.04-20.98)**	**0.00 ***
[x_2] Positive load and shift test	**0.94 (0.52)**	**3.25**	**2.55 (0.92-7.06)**	**0.07**
[x_3] IR/ER muscle strength ratio (0 degrees abducted position)	**0.33 (0.13)**	**6.77**	**1.39 (1.08-1.77)**	**0.00 ***
Constant	-4.61 (1.19)	15.07	0.01	0.00 *

Probability of the shoulder injuries= 1/1+exp (-(-4.61+1.88x1+0.94x2+0.33x3)); IR, internal rotation; ER, external rotation; OR, odds ratio; * p<0.05

4-4. 考察

本研究は大学ラグビー選手を対象に，プレシーズンに肩関節に関連するメディカルスクリーニングを行い，その後に発生した肩関節外傷との関連を検討した．ロジスティック回帰分析の結果，既往歴，Load and shift test，肩内外旋筋力比が外傷リスクに関連する因子として抽出された．本研究結果から，これらの因子が肩関節外傷の内的危険因子であることが示唆され，プレシーズンのメディカルスクリーニングでは，既往歴の調査，Load and shift test，肩内外旋筋力比の評価が特に重要であると考えられた．

既往歴のオッズ比は 6.56 で，抽出された因子の中で最も高く(Table 4-5)．既往歴を有する選手に対する予防介入の必要性が特に高いと考えられた．既往歴が外傷リスクを高める理由として，関節不安定性や筋力低下の残存が影響していると考えられた．先行研究では，脱臼/不安定症後には関節不安定性の残存 [47, 53] や筋力低下が残存することが指摘されており，腱板損傷後にも筋力低下が残存することが報告されている [21]．これらが再発リスクを高める要因となることが懸念される．また，本研究における Injury group の脱臼/不安定症を受傷した選手のうち 2 名は，腱板損傷の既往歴を有する選手であった．これは，肩甲上腕関節の動的安定性を担う腱板の機能低下が脱臼/不安定症のリスクになることを示唆していると考えられた．

近年，関節不安定性とともに，関節弛緩性と外傷リスクの関連も報告されている．Cheng et al.[13]は，後向きコホート研究によりラグビー選手の肩関節弛緩性の特徴について調査した．その結果，肩関節脱臼の既往歴を有するラグビー選手の非受傷肩には前方弛緩性が存在しており，外傷リスクに関与している可能性があることを報告している．本研究においても Load and shift test が抽出されたため，類似した結果であると考えられた．但し，本研究においては，既往歴を有することが関節弛緩性に影響している可能性があり [13]，今後検討の余地があ

ると考えられた．

3 つの関連因子のうち，肩内外旋筋力比は外傷の予防および再発予防の両場面で重要となる因子であると考えられた．ロジスティック回帰分析の結果は，肩内外旋筋力比が 1.0 増加すると，外傷リスクが 1.39 倍になると解釈される．内旋筋力に対して外旋筋力が低い場合に肩内外旋筋力比が増加するため，内旋および外旋筋力のバランスを保つことが必要であると考えられた．肩関節内旋運動の主働筋は肩甲下筋，外旋運動は棘下筋であり，これらの筋は肩甲上腕関節の動的安定性に寄与している．肩甲上腕関節の動的安定性は，内旋および外旋筋力のバランスにより維持されており，上腕骨頭の求心性を維持するため，肩内外旋筋力比が重要な役割を担っている[14)]．言い換えれば，肩内外旋筋力比のバランスを保つことが肩関節外傷の予防に貢献する可能性がある．

本研究では，内旋筋力に対して外旋筋力は弱かったが(Table 4-4)，この特徴は Edouard et al.[20)]の報告と類似していた．Edouard et al.[20)]は，ラグビー選手を対象に肩内旋および外旋筋力を測定し，腱板筋力にインバランスが生じているかを調査した．その結果，内旋筋力に対して外旋筋力は弱く，本研究と同様の傾向であると考えられた．

一方で，本研究における肩内外旋筋力は 2 つの異なる肢位で測定を行った結果，0 度外転位での肩内外旋筋力比は群間で有意差を認めるものの，90 度外転位での肩内外旋筋力比は群間で差はなかった．また，0 度外転位の肩外旋筋力は Injury group が有意に低く，90 度外転位の肩内旋筋力は Injury group が有意に高いという結果であった．すなわち，0 度外転位では外旋筋力が低いために内外旋筋力比が増加し，90 度外転位では内旋筋力が高いために内外旋筋力比が増加している．したがって，肢位により両群の筋力特性は異なっており，肩内外旋筋力比のみではどちらの筋力に問題があるかが困難である．今後は内旋及び外旋筋力それぞれの基準値についても検討する必要があると考えられた．また，本

研究においても肩関節外傷はタックルによる受傷が多かったことから，タックル肢位に類似する 90 度外転位での肩内旋および外旋筋力については，特に着目すべきであると考えられた．

本研究では，既往歴，関節弛緩性，肩内外旋筋力比が因子として抽出されたが，関節弛緩性と肩内外旋筋力比は，既往歴の影響を受けている可能性が考えられた．本研究における Injury group には，既往歴を有する選手が 9 名(脱臼 4 名，腱板損傷 5 名)含まれていた．肩関節外傷の既往歴を有する場合，関節不安定性，関節弛緩性，筋力低下が残存することが報告されている．すなわち，既往歴は外傷リスクに直接的に影響し，肩関節の筋力や関節弛緩性に関与するため，交絡因子(confounding factor)になっている可能性がある．今後は，層別解析といった交絡を調整した手法を用いて検討する必要があると考えられた．

4-5. 結論

本研究は，大学ラグビー選手を対象に，プレシーズンに肩関節に関連するメディカルスクリーニングを行い，その後に発生した肩関節外傷との関連を検討した．既往歴を有すること，Load and shift test が陽性であること，肩内外旋筋力比が増加することが肩関節外傷の内的危険因子であることが示唆された．

第 5 章　ラグビー選手における肩関節外傷の初回受傷と再受傷に関連する内的危険因子の比較 -層別化による検討-

5-1. 緒言

肩関節外傷の内的危険因子として第 1 に既往歴が挙げられる．既往歴が内的危険因子となる背景には，肩関節の関節不安定性や関節可動域制限，筋力低下等の残存が関与している可能性がある．脱臼/不安定症を経験した場合には，特に関節不安定性の残存が懸念される．脱臼/不安定症は関節唇や関節包の損傷を招き[63]，関節の不安定性が高まるため[47, 53]，再脱臼率が高いことも報告されている[11, 41]．また，筋力低下や関節可動域制限が残存することも指摘されている[5, 21, 58]．

Edouard et al.[21]は，反復性の外傷性肩関節前方脱臼の経験を有する患者と健常なアスリートを対象に，肩関節不安定性と肩内外旋筋力の特徴を調査した．その結果，脱臼歴のある患者の不安定側の肩内外旋筋力は有意に低いことを報告した[21]．さらに，Bottoni et al.[5]は，外傷性の肩関節脱臼が発生した若年アスリートにおいて，受傷から 6 か月後も肩外旋可動域の制限が残存していることを報告している．これは，肩関節外傷の既往歴の有無によって，肩関節周囲の筋力や関節可動域は異なっており，外傷に関わる危険因子も異なる可能性を示唆している．

既往歴は肩関節外傷リスクに関わる重要な内的危険因子であり，且つ他の内的因子に影響を及ぼす交絡因子となっている可能性が考えられ，既往歴を考慮するために層別解析の必要性があると考えられる．

そこで，本研究は，大学ラグビー選手を対象に，肩関節外傷の既往歴の有無によって選手を層別化し，外傷発生に関わる内的危険因子を比較して，既往歴

以外のリスクファクターを特定することを目的とした．本研究結果は，肩関節外傷の予防及び再受傷予防の両方を意図したメディカルスクリーニングやトレーニングを計画する上で，重要な知見になると考えられる．

5-2. 方法

5-2-1. 対象

本研究は，1 チームに所属する大学ラグビー選手 118 名を対象に，プレシーズンにメディカルスクリーニングを実施し，選択基準に合致した 71 名を対象とした(Fig. 5-1)．対象者の身体的特性を Table 5-1 に示す．なお，以下の 3 点を除外基準とした．

a. 肩関節に手術歴を有する選手
b. 調査開始時点で外傷・障害によってラグビー活動に参加出来ない選手
c. メディカルスクリーニング時の肩関節可動域や筋力測定時に，肩関節周囲に疼痛が出現した選手

本研究は，筑波大学大学院人間総合科学研究科に設置された研究倫理委員会の承認のもと，研究目的，方法について説明し，参加に同意を得た上で実施された(承認番号 115)．

5-2-2. 調査期間

調査期間は，2009 年から 2012 年の 4 年間とし，試合および練習で発生した肩関節の外傷をチームに所属するメディカルスタッフが収集した．

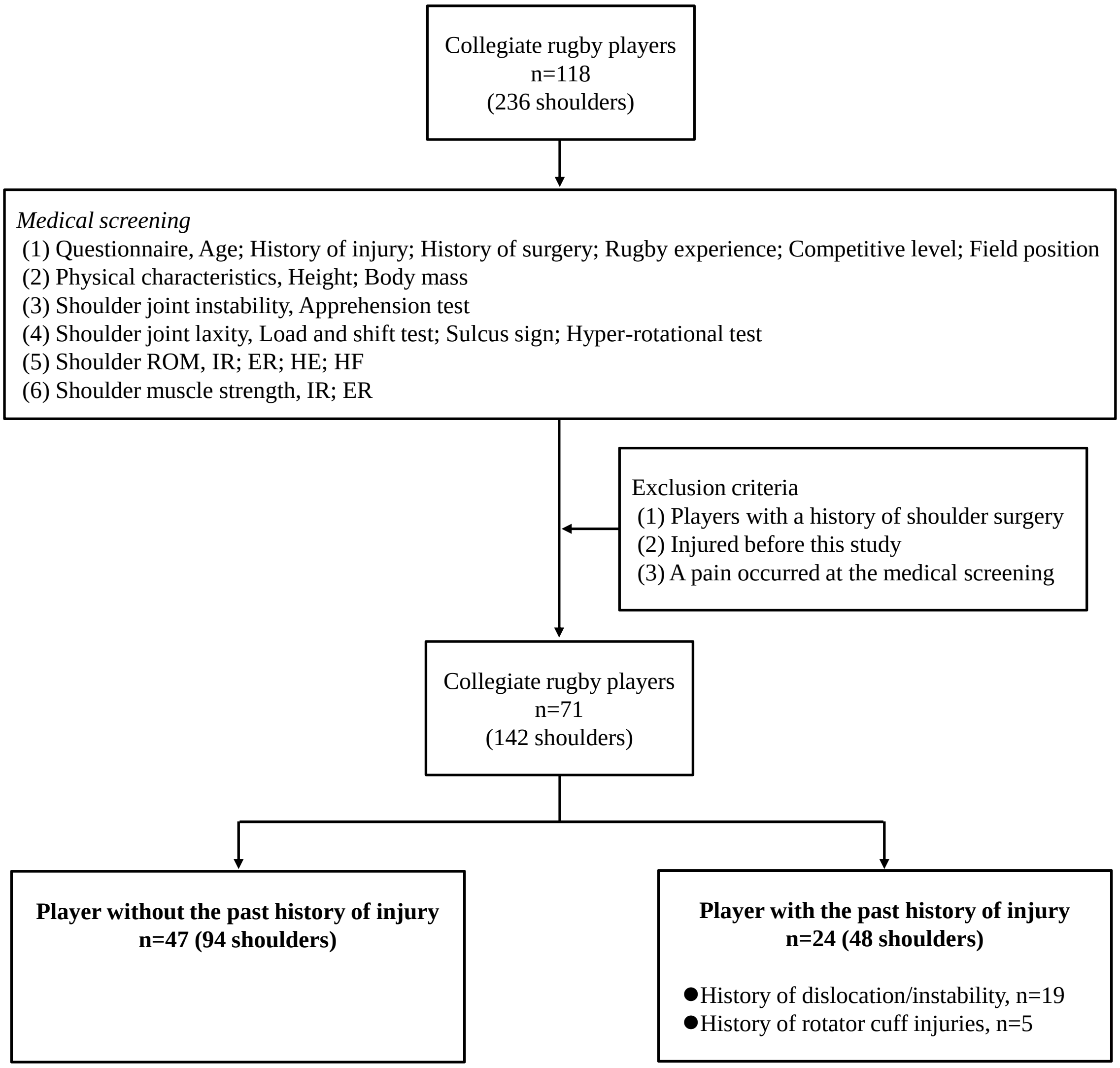


Fig. 5-1 Stratification of players

ROM, range of motion; IR, internal rotation; ER, external rotation in shoulder; HE, horizontal extension; HF, horizontal flexion

Table 5-1 Physical characteristics of subjects

	Age (year)	Height (cm)	Body mass (kg)	FW (n)	BK (n)
Collegiate rugby players (n=71)	19.2 ± 1.4	176.6 ± 5.2	82.9 ± 10.3	33	38

The group was comprised of forwards (FW, n=33: Prop, 7; Hooker, 4; Lock, 9; Flanker, 10; Number.8, 3) and backs (BK, n=38: Scrum half, 8; Standoff, 8; Centre, 6; Wing, 10; Full back, 6).

5-2-3. 外傷の定義

外傷の種類は，ラグビー活動中に発生した肩甲上腕関節の外傷(脱臼/亜脱臼/不安定症，または腱板損傷/インピンジメント症候群)に限定した．上記外傷が原因で，Time-loss injury[27)]に該当する場合を外傷発生と定義した．外傷は徒手検査や画像検査の結果に基づき整形外科医の診断によって鑑別された．

5-2-4. メディカルスクリーニングの内容

メディカルスクリーニングでは以下の 6 項目に関して調査，測定を行った．

- 質問紙：年齢，既往歴，手術歴，ポジション，競技年数，競技レベル
- 身体組成：身長，体重
- 肩関節不安定性：Apprehension test
- 肩関節弛緩性：Load and shift test，Sulcus sign，東大式関節弛緩性テスト
- 肩関節可動域：内旋，外旋，水平屈曲，水平伸展
- 肩関節等尺性筋力：内旋，外旋

(1) 質問紙による調査

質問紙を用いて，年齢，既往歴，手術歴，ポジション，競技年数，競技レベルを調査した．既往歴は肩甲上腕関節の外傷(脱臼/亜脱臼/不安定症，または腱板損傷/インピンジメント症候群)経験の有無を調査し，外傷の定義と同様に Time-loss injury に該当する場合を既往歴有とした．競技レベルは，ユース日本代表チーム(Under 18 または Under 20)に収集された経歴を有するかを調査し，経歴を有する場合を High，無い場合を Low と分類した．

(2) 身体組成の測定

デジタル身長計と体重計を用いて，身長および体重を測定した．

(3) 関節不安定性の評価

肩関節前方不安定性の評価として Apprehension test を行った．対象者は座位になり，検者は一方の手で対象者の手関節部を持ち，肩関節を 90 度外転位，肘関節を 90 度屈曲位に保持し，他方の手で肩関節を支えながら母指で骨頭を前方に押して徐々に肩関節を外旋させた．疼痛や不安感を訴えた場合に陽性とした(Fig. 4-2)[1)]．なお，本テストは整形外科医が検査した．

(4) 関節弛緩性の評価

関節弛緩性の評価として，Load and shift test，Sulcus sign，東大式関節弛緩性テストを行った．

Load and shift test は，肩関節の前後方向への弛緩性を評価するために行った．対象者は座位および上肢下垂位になり，検者は対象者の肩甲骨を一方の手で押さえ，他方の手で上腕骨頭を掴み，前方および後方へストレスをかけた．骨頭の過度な移動が認められる場合に陽性とした(Fig. 4-3)[1)]．なお，本テストは整形外科医が検査した．

Sulcus sign は，肩関節の下方への弛緩性を評価するために行った．対象者は座位および上肢下垂位になり，検者は対象者の上腕を掴み下方への牽引力を加えた．肩峰突起の下にくぼみが出現した場合に陽性とした(Fig. 4-4)[1)]．本テストは整形外科医が検査した．

東大式関節弛緩性テストのうち肩関節の回旋テストを行った．東大式関節弛緩性テストの方法に準じ，背中で指が握れる場合を陽性とした(Fig. 4-5)[1)]．

(5) 関節可動域の測定

角度計(東大式ゴニオメーター)を用いて，肩関節の内旋，外旋，水平伸展，水平屈曲可動域を測定した．内旋および外旋可動域は，背臥位にて肩関節 90 度外転位および肘関節 90 度屈曲(Fig. 4-6)で測定した．全ての測定は他動的に行われ，測定の際にはエンドフィールにより最終域を決定した．

(6) 等尺性筋力測定

ハンドヘルドダイナモメーター(micro-FET, Hoggan Health Industries, Draper, UT, USA)を用いて，肩関節内旋および外旋筋力を測定した．測定肢位は，背臥位にて肩関節 90 度外転位および肘関節 90 度屈曲位とした(Fig. 4-8)．測定は等尺性筋収縮を 3 秒間行わせた際の最大値を記録し，体重で除した値を分析に使用した．また，内旋と外旋の測定値から内外旋筋力比を算出し分析に使用した．全ての測定は同一の検者により行われ，測定中に代償運動が生じないように，他の検者が対象者の姿勢を固定した．級内相関係数(ICC 1.1)を算出し，検者内信頼性の指標とした．

5-2-5. 選手の層別化

メディカルスクリーニングを行った後，肩関節の既往歴の有無で選手を層別化した．既往歴がない選手は 47 名，既往歴がある選手は 24 名であった．各群の身体的特性を Table 5-2 に示す．

Table 5-2 Physical characteristics of subjects

	Age (year)	Height (cm)	Body mass (kg)	FW (n)	BK (n)
Player without the past history of injury (n=47)	19.0 ± 1.4	176.7 ± 5.7	84.0 ± 10.8	22	25
Player with the past history of injury (n=24)	19.6 ± 1.3	176.5 ± 4.2	80.9 ± 9.0	11	13

Player without the past history of injury group were comprised of forwards (FW, n=22: Prop, 5; Hooker, 3; Lock, 7; Flanker, 5; Number.8, 2) and backs (BK, n=25: Scrum half, 6; Standoff, 6; Centre, 3; Wing, 6; Full back, 4).

Player with the past history of injury group were comprised of forwards (FW, n=11: Prop, 2; Hooker, 1; Lock, 2; Flanker, 5; Number.8, 1) and backs (BK, n=13: Scrum half, 2; Standoff, 2; Centre, 3; Wing, 4; Full back, 2).

5-2-6. 分析方法

(1) メディカルスクリーニング結果の比較

調査期間終了後，層別毎に肩関節外傷が発生した選手(Injury group)と，発生しなかった選手(No injury group)に分類し，メディカルスクリーニングの結果を比較した．関節可動域，筋力，競技年数を比較する際には，対応のない t 検定を行い，人数，平均値，標準偏差から Effect size (Cohen's *d*)を算出した．

Apprehension test，Load and shift test，Sulcus sign，東大式関節弛緩性テスト，ポジション，競技レベルを比較する際には x^2 検定を行い，ファイ係数を用いて Effect size (φ coefficient)を算出した．

(2) 外傷関連因子の抽出

外傷に関連する因子を抽出するためにロジスティック回帰分析を行った．分析では以下のように設定し，層別毎にロジスティック回帰分析を適用した．

a. 分析の設定

- 従属変数：外傷発生の有無(無=0; 有=1)
- 独立変数：メディカルスクリーニングの結果(詳細を以下に示す)
- 変数選択：変数増加法(尤度比)
- ステップワイズにおける確率：投入 5%，除去 10%

b. 既往歴がない選手の場合の独立変数と投入方法

- 肩内旋可動域, 連続変数
- 肩外旋可動域, 連続変数
- 肩水平伸展可動域, 連続変数
- 肩水平屈曲可動域, 連続変数

- 肩内旋筋力，連続変数
- 肩外旋筋力，連続変数
- 肩内外旋筋力比，連続変数
- 競技年数，連続変数
- 東大式関節弛緩性テスト，カテゴリ変数，陰性=0; 陽性=1
- ポジション，カテゴリ変数, Forward=0; Backs=1

c. 既往歴がある選手の場合の独立変数と投入方法

- 肩内旋可動域，連続変数
- 肩外旋可動域，連続変数
- 肩水平伸展可動域，連続変数
- 肩水平屈曲可動域，連続変数
- 肩内旋筋力，連続変数
- 肩外旋筋力，連続変数
- 肩内外旋筋力比，連続変数
- 競技年数，連続変数
- Apprehension test，カテゴリ変数，陰性=0; 陽性=1
- Load and shift test，カテゴリ変数，陰性=0; 陽性=1
- Sulcus sign，カテゴリ変数，陰性=0; 陽性=1
- 東大式関節弛緩性テスト，カテゴリ変数，陰性=0; 陽性=1
- ポジション，カテゴリ変数, Forward=0; Backs=1

ロジスティック回帰分析で出力された結果から，回帰式の有意性，回帰モデルの適合度，寄与率，的中率を確認した．確認の方法は研究課題 2 に準じて行った．

(3) カットオフ値の検討

ロジスティック回帰分析にて連続変数の因子が抽出された場合，カットオフ値を検討するために ROC 解析を行った．解析の際に，関節可動域は 5 度刻み，筋力は 0.2 刻み，競技年数は 1 年刻みにカテゴリ化し，曲線下の面積でカットオフ値を判断した.

全ての統計処理は, SPSS Statistics 20.0 (IBM)を使用し, 有意水準は 5%とした.

5-3. 結果

5-3-1. 外傷発生状況(Table 5-3)

(1) 既往歴がない選手

4 シーズンの間に肩関節外傷が発生した選手は 13 名(脱臼/不安定症 8 名; 腱板損傷 5 名)であった. 外傷から復帰までに要した日数は, 平均で 38.3 日であった. メディカルスクリーニングから外傷発生までの日数は, 平均で 520.5 日であった.

(2) 既往歴がある選手

4 シーズンの間に肩関節外傷が発生した選手は 10 名(脱臼/不安定症 9 名; 腱板損傷 1 名)であった. 外傷から復帰までに要した日数は, 平均で 36.5 日であった. メディカルスクリーニングから外傷発生までの日数は, 平均で 255.5 日であった.

5-3-2. 受傷機転(Table 5-4)

(1) 既往歴がない選手

外傷が発生した 13 名の受傷機転は,「タックルを行う」が 5 名,「タックルを受けた」が 2 名,「地面との衝突」が 1 名,「不明」が 5 名で,「タックルを行う」が最も多かった.

(2) 既往歴がある選手

外傷が発生した 10 名の受傷機転は,「タックルを行う」が 6 名,「タックルを受けた」が 1 名,「地面との衝突」が 1 名,「不明」が 2 名で,「タックルを行う」が最も多かった.

5-3-3. メディカルスクリーニングの結果(Table 5-5)

(1) 既往歴がない選手

No injury group に比べ，Injury group では肩内旋可動域，肩外旋可動域が有意に大きかった．No injury group に比べ，Injury group では肩内旋筋力，肩内外旋筋力比が有意に低かった．筋力測定の検者内信頼性(ICC 1, 1)は，内旋で 0.95 (95%CI, 0.92-0.97)，外旋で 0.94 (95%CI, 0.90-0.96)であった．No injury group に比べ，Injury group には競技レベルの高い選手が多く含まれていた.

(2) 既往歴がある選手

No injury group に比べ，Injury group では肩内旋筋力が有意に低かった．No injury group に比べ，Injury group には Load and shift test が陽性の選手，東大式関節弛緩性テストが陽性の選手が多く含まれていた. No injury group に比べ, Injury group の競技年数は有意に長かった.

Table 5-3 Number of shoulder injuries during 2009-2012 seasons

	Player without the past history of injury (n=47)	Player with the past history of injury (n=24)	Total (n=71)
No injury	**34**	**14**	**48**
Injury	**13**	**10**	**23**
Dislocation/instability	8	9	17
Rotator cuff injuries	5	1	6
Days until return to play, mean ± SD (range)	38.3 ± 30.9 (4-118)	36.5 ± 22.6 (3-72)	37.5 ± 27.0 (3-118)
Days after shoulder injuries medical screening, mean ± SD (range)	520.5 ± 392.3 (29-1229)	255.5 ± 160.9 (74-514)	405.3 ± 335.5 (29-1229)

Days until return to play, the number of days that have elapsed from the date of injury to the player's return to full participation in team training or availability for match selection. There were no players who have the past history of both dislocation/instability and rotator cuff injuries.

Table 5-4 Injury event for shoulder injures

	Player without the past history of injury		Player with the past history of injury		**Total (n=23)**
	Dislocation/ instability (n=8)	Rotator cuff injuries (n=5)	Dislocation/ instability (n=9)	Rotator cuff injuries (n=1)	
Tackling	3	2	6	0	**11**
Being tackled	2	0	1	0	**3**
Ground collision	1	0	1	0	**2**
Unknown	2	3	1	1	**7**

Table 5-5 Results of medical screening

		Player without the past history of injury (n=47)				Player with the past history of injury (n=24)			
		No injury group n=34 players (68 shoulders)	Injury group n=13 players (26 shoulders)	p	Effect size	No injury group n=14 players (28 shoulder)	Injury group n=10 players (20 shoulder)	p	Effect size
ROM									
IR (degrees)		62.7 ± 20.6	70.0 ± 19.7	0.12 *	0.36 (Small)	72.7 ± 19.5	70.3 ± 23.1	0.69	0.11 (None)
ER (degrees)		88.2 ± 11.8	95.0 ± 12.3	0.01 *	0.57 (Small)	92.1 ± 10.4	90.0 ± 8.9	0.45	0.21 (Small)
HE (degrees)		28.6 ± 9.6	27.1 ± 10.4	0.51	0.15 (None)	34.5 ± 12.0	28.3 ± 15.8	0.12	0.45 (Small)
HF (degrees)		126.7 ± 9.2	130.0 ± 8.3	0.13	0.37 (None)	127.1 ± 10.0	121.8 ± 12.7	0.10	0.47 (Small)
Muscle strength									
IR (N/body mass)		2.93 ± 0.5	2.46 ± 0.5	0.00 *	0.94 (Large)	2.67 ± 0.5	2.23 ± 0.4	0.00 *	0.95 (Large)
ER (N/body mass)		2.56 ± 0.5	2.37 ± 0.5	0.11	0.36 (Small)	2.37 ± 0.4	2.20 ± 0.3	0.08	0.47 (Small)
IR/ER ratio (IR/ER)		1.17 ± 0.2	1.06 ± 0.2	0.04 *	0.55 (Medium)	1.15 ± 0.2	1.03 ± 0.2	0.09	0.60 (Medium)
Joint instability									
Anterior apprehension test	(-)	68	26			25	15	0.19	0.19 (None)
	(+)	0	0			3	5		
Joint laxity									
Load and shift test	(-)	68	26			10	13	0.04 *	0.29 (Small)
	(+)	0	0			18	7		
Sulcus sign	(-)	68	26			22	18	0.29	0.15 (None)
	(+)	0	0			6	2		
Hyper-rotational test	(-)	55	23	0.38	0.09 (None)	26	14	0.03 *	0.30 (Small)
	(+)	13	3			2	6		
Questionnaire									
Rugby experience (years)		6.6 ± 3.2	7.9 ± 3.6	0.10	0.39 (Small)	6.6 ± 3.5	10.6 ± 3.8	0.00 *	1.10 (Large)
Competitive level	(High)	20	16	0.00 *	0.30 (Small)	10	6	0.67	0.06 (None)
	(Low)	48	10			18	14		
Field position	(FW)	32	12	0.93	0.00 (None)	12	10	0.62	0.07 (None)
	(BK)	36	14			16	10		

Data above show average value ± standard deviation; ROM, range of motion; IR, internal rotation; ER, external rotation; HE, horizontal extension; HF, horizontal flexion; N, newton; (-), negative; (+), positive; Competitive level High, player selected as under 18 or 20 Japan squad team; Low, except for High; FW, forward; BK, backs; p value, unpaired t-test of chi-square test for difference between groups; *p<0.05 (No injury vs. Injury); Effect size by Cohen's *d* or φ coefficient; Small, 0.20; Medium, 0.50; Large, 0.80.

5-3-4. ロジスティック回帰分析の結果

(1) 既往歴がない選手(Table 5-6 a, b, c, d, e)

ロジスティック回帰分析で出力された結果を Table 5-6 (a, b, c, d, e)に示した．(a)モデル係数のオムニバス検定におけるモデル x^2 値は，p=0.00 でモデルの有意性が保証された($p<0.05$)．(b)本モデルの寄与率は 0.33-0.47 であった(Cox & Snell R^2 および Nagelkerke R^2)．(c) Hosmer-Lemeshow 検定は p=0.42 で，本モデルは適合していると判断された(p≧0.05). (d) モデルの的中率は 79.8%であった. (e) 抽出された因子は，肩内旋可動域(OR, 1.49; 95%CI, 1.13-1.96; p=0.00)，肩外旋可動域(OR, 1.86; 95%CI, 1.21-2.87; p=0.00)，肩水平屈曲可動域(OR, 1.30; 95%CI, 1.03-1.64; p=0.02)，肩内旋筋力(OR, 0.36; 95%CI, 0.20-0.65; p=0.00)，競技年数(OR, 1.22; 95%CI, 1.02-1.46; p=0.03)であった. 本モデルにおける回帰式は式 5.1 のようになった．抽出された因子の解釈は次のようになる.

- 肩内旋可動域が 1.0 度増加すると外傷リスクが 1.49 倍高まる
- 肩外旋可動域が 1.0 度増加すると外傷リスクが 1.86 倍高まる
- 肩水平屈曲可動域が 1.0 度増加すると外傷リスクが 1.30 倍高まる
- 肩内旋筋力が体重比で 1.0 増加すると外傷リスクが 0.36 倍低くなる
- 競技年数が 1 年増加すると外傷リスクが 1.22 倍高まる

(式5.1) *Probability of the shoulder* injuries = $1/1+\exp(-(-19.56+0.40x_1+0.62x_2+0.27x_3-1.01x_4+0.20x_5))$

(2) 既往歴がある選手(Table 5-7 a, b, c, d, e)

ロジスティック回帰分析で出力された結果を Table 5-7 (a, b, c, d, e)に示した．(a)モデル係数のオムニバス検定におけるモデル x^2 値は，p=0.00 でモデルの有意性が保証された($p<0.05$)．(b)本モデルの寄与率は 0.41-0.55 であった(Cox & Snell R^2 および Nagelkerke R^2)．(c) Hosmer-Lemeshow 検定は p=0.86 で，本モデルは適合していると判断された($p \geqq 0.05$)．(d) モデルの的中率は 85.4%であった．(e) 抽出された因子は，Load and shift test (OR,3.94; 95%CI,0.79-19.60; p=0.09)，肩内旋筋力(OR, 0.28; 95%CI, 0.11-0.72; p=0.00)，競技年数(OR, 1.31; 95%CI, 1.07-1.61; p=0.01)であったが，Load and shift test は有意な因子ではなかった．本モデルにおける回帰式は式 5.2 のようになった．

- Load and shift test が陽性の選手は陰性の選手に比べ，外傷リスクが 3.94 倍である
- 肩内旋筋力が体重比で 1.0 増加すると外傷リスクが 0.28 倍低くなる
- 競技年数が 1 年増加すると外傷リスクが 1.31 倍高まる

(式5.2) $\textit{Probability of the shoulder injuries} = 1/1+\exp(-(3.68+1.37x_1-1.26x_2+0.27x_3))$

Table 5-6 Results of logistic regression analysis for injured players without the past history (a, b, c, d, e)

(a) Omnibus test of model coefficients

	x^2	Degree of freedom	p
Step	5.0	1	0.02 *
Block	37.4	5	0.00 *
Model	37.4	5	0.00 *

(b) Coefficient of determination

	-2 log likelihood	Cox-Snell R^2	Nagelkerke R^2
Step	73.4	0.33	0.47

(c) Hosmer-Lemeshow test

	x^2	Degree of freedom	p
Step	8.2	8	0.42

(d) Classified tables

		Predict		
		Injury		
Observe		(+)	(-)	Sensitivity (%)
Injury	(-)	60	8	88.2
	(+)	11	15	57.7
All (%)				79.8

(e) Variables and odds ratio

Variables	B (S.E.)	Wald	OR (95%CI)	p
[x_1] IR ROM	**0.40 (0.14)**	**8.11**	**1.49 (1.13-1.96)**	**0.00 ***
[x_2] ER ROM	**0.62 (0.22)**	**8.00**	**1.86 (1.21-2.87)**	**0.00 ***
[x_3] HF ROM	**0.27 (0.12)**	**5.01**	**1.30 (1.03-1.64)**	**0.02 ***
[x_4] IR muscle strength	**-1.01 (0.30)**	**11.68**	**0.36 (0.20-0.65)**	**0.00 ***
[x_5] Rugby experience	**0.20 (0.09)**	**4.62**	**1.22 (1.02-1.46)**	**0.03 ***
Constant	-19.56 (6.66)	8.63	0.00	0.00 *

Probability of the shoulder injureis = $1/1+\exp(-(-19.56+0.40x_1+0.62x_2+0.27x_3-1.01x_4+0.20x_5))$; IR, internal rotation; ER, external rotation; HF, horizontal flexion; ROM, range of motion; OR, odds ratio; * $p<0.05$

Table 5-7 Results of logistic regression analysis for injured players with the past history

(a, b, c, d, e)

(a) Omnibus test of model coefficients

	x^2	Degree of freedom	p
Step	2.9	1	0.08 *
Block	25.0	3	0.00 *
Model	25.0	3	0.00 *

(b) Coefficient of determination

	-2 log likelihood	Cox-Snell R^2	Nagelkerke R^2
Step	40.2	0.41	0.55

(c) Hosmer-Lemeshow test

	x^2	Degree of freedom	p
Step	4.0	8	0.86

(d) Classified tables

		Predict		
		Injury		
Observe		(+)	(-)	Sensitivity (%)
Injury	(-)	26	2	92.9
	(+)	5	15	75.0
All (%)				85.4

(e) Variables and odds ratio

Variables	B (S.E.)	Wald	OR (95%CI)	p
[x_1] Positive load and shift test	**1.37 (0.82)**	**2.80**	**3.94 (0.79-19.60)**	**0.09**
[x_2] IR muscle strength	**-1.26 (0.48)**	**7.00**	**0.28 (0.11-0.72)**	**0.00 ***
[x_3] Rugby experience	**0.27 (0.11)**	**6.68**	**1.31 (1.07-1.61)**	**0.01 ***
Constant	3.68 (2.53)	2.12	39.52	0.14

Probability of the shoulder injuries = 1/1+exp(-(3.68+1.37x_1-1.26x_2+0.27x_3)); IR, internal rotation; OR, odds ratio; * $p<0.05$

5-3-5. ROC 解析の結果

(1) 既往歴がない選手(Table 5-8 a, b, c, d, e, f)

最も AUC の高かった値をカットオフ値として Table 5-8 a にまとめた．肩内旋可動域が 95.0 度，肩外旋可動域が 95.0 度，肩水平屈曲可動域が 135.0 度，肩内旋筋力が 2.80，競技年数が 8 年であった．Table 5-8 b 以降には，各因子の ROC 解析の結果を示した．

(2) 既往歴がある選手(Table 5-9 a, b, c)

最も AUC の高かった値をカットオフ値として Table 5-9 a にまとめた．肩内旋筋力が 2.20，競技年数が 8 年であった． Table 5-9 b 以降には，各因子の ROC 解析の結果を示した．

Table 5-8 results of ROC analysis for injured players without the past history (a, b, c, d, e, f)

(a) Cut off value

	Cut off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	p
IR ROM (degrees)	95.0	23.1	97.1	0.60	0.13
ER ROM (degrees)	95.0	53.8	70.6	0.62	0.06
HF ROM (degrees)	135.0	50.0	72.1	0.61	0.09
IR muscle strength (N/body mass)	2.8	76.9	58.8	0.68	0.00 *
Rugby experience (years)	8.0	61.5	64.7	0.63	0.05

IR, internal rotation; ER, external rotation; HF, horizontal flexion; ROM, range of motion; * $p<0.05$; AUC, area under the curve

(b) IR ROM

Cut off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	p
45.0	96.2	17.6	0.57	0.30
50.0	92.3	25.0	0.59	0.19
55.0	73.1	39.7	0.56	0.34
60.0	61.5	48.5	0.55	0.45
65.0	53.8	58.8	0.56	0.34
70.0	50.0	58.8	0.54	0.51
75.0	38.5	63.2	0.51	0.89
80.0	38.5	66.2	0.52	0.72
85.0	34.6	73.5	0.54	0.54
90.0	34.6	79.4	0.57	0.29
95.0	23.1	71.0	0.60	0.13
100.0	3.8	100.0	0.52	0.77

* $p<0.05$; AUC, area under the curve

(c) ER ROM

Cut off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	p
70.0	100.0	4.4	0.52	0.74
75.0	96.2	8.8	0.53	0.71
80.0	92.3	11.8	0.52	0.76
85.0	84.6	29.4	0.57	0.29
90.0	69.2	44.1	0.58	0.31
95.0	53.8	70.6	0.62	0.06
100.0	42.3	79.4	0.61	0.10
105.0	34.6	86.8	0.61	0.11
110.0	26.9	95.6	0.61	0.09
115.0	0.0	98.5	0.49	0.91

* $p<0.05$; AUC, area under the curve

(d) HF ROM

Cut off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	p
110.0	100.0	4.4	0.52	0.74
115.0	96.2	8.8	0.53	0.71
120.0	96.2	19.1	0.58	0.25
125.0	73.1	25.0	0.49	0.88
130.0	65.4	39.7	0.53	0.70
135.0	50.0	72.1	0.61	0.09
140.0	11.5	98.5	0.55	0.45
145.0	3.8	98.5	0.51	0.85
150.0	0.0	98.5	0.49	0.91

* $p<0.05$; AUC, area under the curve

(e) IR muscle strength

Cut off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	p
1.6	7.7	100.0	0.54	0.56
1.8	11.5	100.0	0.56	0.38
2.0	15.4	97.1	0.56	0.35
2.2	26.9	95.6	0.61	0.09
2.4	34.6	80.1	0.58	0.24
2.6	53.8	67.6	0.61	0.10
2.8	76.9	58.8	0.68	0.00 *
3.0	84.6	44.1	0.64	0.03 *
3.2	92.3	29.4	0.61	0.10
3.4	100.0	20.6	0.60	0.12
3.6	100.0	10.3	0.55	0.44
3.8	100.0	7.4	0.54	0.58
4.0	100.0	2.9	0.52	0.82

* $p<0.05$; AUC, area under the curve

(f) Rugby experience

Cut off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	p
4.0	84.6	14.7	0.50	0.96
5.0	69.2	35.3	0.52	0.73
6.0	61.5	47.1	0.54	0.52
7.0	61.5	58.8	0.60	0.12
8.0	61.5	64.7	0.63	0.05
9.0	46.2	73.5	0.60	0.14
10.0	38.5	82.4	0.60	0.12
11.0	30.8	88.2	0.60	0.15
12.0	23.1	88.2	0.56	0.39
13.0	7.7	91.2	0.49	0.93

* p<0.05; AUC, area under the curve

Table 5-9 results of ROC analysis for injured players with the past history (a, b, c)

(a) Cut off value

	Cut off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	p
IR muscle strength (N/body mass)	2.2	50.0	85.7	0.68	0.03 *
Rugby experience (years)	10.0	70.0	85.7	0.78	0.00 *

IR, internal rotation; * p<0.05; AUC, area under the curve

(b) IR muscle strength

Cut off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	p
1.6	5.0	100.0	0.53	0.77
1.8	10.0	100.0	0.55	0.55
2.0	30.0	92.9	0.61	0.18
2.2	50.0	85.7	0.68	0.03 *
2.4	65.0	67.9	0.66	0.05
2.6	75.0	53.6	0.64	0.09
2.8	85.0	42.9	0.64	0.10
3.0	100.0	21.4	0.61	0.21
3.2	100.0	10.7	0.55	0.53
3.4	100.0	7.1	0.54	0.67
3.6	100.0	3.6	0.52	0.83

* $p<0.05$; AUC, area under the curve

(c) Rugby experience

Cut off value	Sensitivity (%)	Specificity (%)	AUC	p
4.0	100.0	79.0	0.61	0.21
5.0	90.0	35.7	0.63	0.13
6.0	90.0	42.9	0.66	0.05
7.0	80.0	57.1	0.69	0.03 *
8.0	70.0	64.3	0.67	0.04 *
9.0	70.0	78.6	0.74	0.00 *
10.0	70.0	85.7	0.78	0.00 *
11.0	50.0	85.7	0.68	0.03 *
12.0	50.0	85.7	0.68	0.03 *
13.0	40.0	85.7	0.63	0.13

* $p<0.05$; AUC, area under the curve

5-4. 考察

本研究は大学ラグビー選手を対象に，肩関節外傷の既往歴の有無で選手を層別化し，外傷の初回受傷と再受傷それぞれの内的危険因子を検討した．ロジスティック回帰分析の結果，既往歴がない選手では，肩内旋可動域，肩外旋可動域，肩水平屈曲可動域，肩内旋筋力，競技年数が受傷リスクに関連する因子として抽出された．既往歴がある選手では，Load and shift test，肩内旋筋力，競技年数が再受傷リスクに関連する因子として抽出された．初回受傷と再受傷では関与する内的危険因子が異なっており，層別解析の必要性が示唆された．

5-4-1. 初回受傷の危険因子

関節可動域の拡大は，受傷リスクを高めることが示された．関節可動域のカットオフ値は，肩内旋可動域が 95.0 度，肩外旋可動域が 95.0 度，肩水平屈曲可動域が 135.0 度であり，生理的限界を超えている場合に受傷リスクが高まると考えられた．

本研究における外傷の受傷機転は，タックルやグラウンドへの衝突であった．詳細な受傷時の状況は不明だが，ビデオ記録を用いて肩関節外傷の受傷機転を調査した先行研究では，タックル時に肩関節外転位で外旋を強制された際に前方脱臼が生じていたことや [42)]，グラウンドに衝突した際に肩関節内旋及び水平屈曲が強制され，腱板損傷が発生したことが報告されている [15)]．いずれも通常の可動域を超えた結果，受傷したことを報告している．本研究においても同様の受傷機転が関与していると推察され，関節可動域の広い選手は，コンタクトプレー時に受傷リスクが高まる肢位をとりやすい可能性があると考えられた．

このような肩関節の過可動性を有する選手は，受傷リスクを下げるために，タックルをする際には，肩関節外転，外旋位にならないように注意することや，

グラウンドに倒れる際には，肩関節内旋，水平屈曲位を避けるように注意することが必要であると考えられた．

次に，肩内旋筋力の低下が受傷リスクを高めることが示唆された．肩関節外傷の主要な受傷機転であるタックル時には，肩関節への直達外力が不安定性をもたらす．したがって，関節の動的安定性を担う回旋腱板の筋力が重要であると考えられる．同様に，肩関節外転位での外旋強制は前方脱臼が生じるメカニズムとして知られているが，タックル時にはこの肩関節外旋が強制されやすくなる [15, 42]．抽出された肩内旋筋力の主働筋である肩甲下筋は，外旋強制に対して制動因子として機能する為，肩内旋筋力が低下している場合，外旋が強制されやすいと推察された．また，肩内旋筋力を高めることは，上腕骨頭を関節窩に求心性に引き付けて肩関節を安定させるため，肩関節の外傷予防，特に前方脱臼の予防に貢献する可能性が示唆された．今後は，肩内旋筋力を増加させることで，外傷発生の減少に貢献するか確認する必要があると考えられた．

一方で，これまで肩関節外傷の危険因子として肩内外旋筋力のアンバランスも報告されてきた [12]．本研究でも肩内外旋筋力比を独立変数として投入したが，有意な因子として抽出されなかった．しかし，先行研究では，Edouard et al.[20]が，ラグビー選手において肩内外旋筋力のアンバランスという指標が危険因子の評価として有用ではないことも述べている [20]．ラグビーの競技特性であるコンタクトプレーを考慮すると，肩内外旋筋力のバランスよりも筋力の絶対値を評価することが重要である可能性が考えられた．また，本研究における肩内旋筋力のカットオフ値は 2.80 で，感度が高く(76.9%)，特異度は低かった(58.8%)．すなわち，偽陽性を含む可能性があるが，受傷リスクのスクリーニング方法として有用であることが示唆された．

最後に，競技年数の増加は，受傷リスクを高めることが統計分析の結果によ

って示唆された．この結果の理由として，競技年数の増加が意味するところは，より外傷発生の機会に曝される期間が長くなるということであろう．

5-4-2. 再受傷の危険因子

既往歴がないグループの分析と同様に，肩内旋筋力の低下が危険因子として抽出され，その増加が再受傷リスクを減少させることが示唆された．したがって，肩内旋筋力は，既往歴の有無に関わらず重要な因子であり，外傷の予防及び再受傷予防の両場面において，積極的に取り入れるべきエクササイズ候補である．介入による肩内旋筋力の増加と，外傷発生率への影響を確認することが今後の課題と考えられた．

また，肩内旋筋力のカットオフ値は既往歴がないグループよりも低かったが，これは既往歴がないグループよりも肩内旋筋力が低いことが起因していると考えられた．既往歴を有する選手は筋力低下が生じている可能性があるため [21)]，既往歴を有する選手に対しては，カットオフ値を低く設定する必要があると考えられた．

一方で，既往歴があるグループでは，関節可動域は抽出されなかったが，先行研究によると肩関節の外傷後，関節可動域の制限が残存することが報告されている [5)]．Bottoni et al. [5)]は，外傷性の肩関節脱臼が発生した若年アスリートにおいて，受傷から 6 か月後も外旋可動域の制限が残存していることを報告した [5)]．本研究では，既往歴がないグループでは関節可動域の増加が受傷リスクを高めることを示したが，既往歴があるグループでは，過去の外傷による関節可動域の制限が残存していた可能性が考えられた．

また，関節可動域は危険因子として抽出されなかったが，既往歴がないグループにおいて算出された関節可動域のカットオフ値は，既往歴がある選手に対

しても再受傷リスクのスクリーニングとして有用であると推察された.

5-5. 結論

本研究は大学ラグビー選手を対象に，肩関節外傷の既往歴の有無で選手を層別化し，外傷の初回受傷と再受傷それぞれの内的危険因子を検討した結果，以下の結論を得た.

- 既往歴がない選手は，肩内旋可動域の拡大，肩外旋可動域の拡大，肩水平屈曲可動域の拡大, 肩内旋筋力の低下，競技年数の増加が肩関節外傷の内的危険因子であることが示唆された.
- 既往歴がある選手は，Load and shift test が陽性であること，肩内旋筋力の低下, 競技年数の増加が肩関節外傷の内的危険因子であることが示唆された.

第 6 章　総合討論

6-1. 本研究の目的

本研究は，大学ラグビー選手を対象に前向きコホート研究を行い，肩関節の外傷予防に関する基礎的知見を得ることを目的とし，外傷の疫学調査と内的危険因子の検討を行った．

6-2. 本研究で得られた成果

6-2-1. 研究課題 1：ラグビー競技における肩関節外傷の疫学調査

大学ラグビーチームを対象に，肩関節外傷の発生状況を 2 シーズンに渡って縦断的に調査した．ラグビー競技のおける肩関節外傷は，脱臼/不安定症や腱板損傷/インピンジメント症候群といった肩甲上腕関節に関わる外傷の発生率，重症度，再発率が高く，この種の外傷に対する予防策の必要性が示唆された．また，両外傷ともにタックルによる受傷が多いことから，類似した内的危険因子が関与している可能性が考えられた．

6-2-2. 研究課題 2：ラグビー選手の肩関節外傷に関連する内的危険因子の検討

肩関節外傷を脱臼/不安定症と腱板損傷/インピンジメント症候群と定義し，大学ラグビー選手を対象に，プレシーズンに肩関節に関連するメディカルスクリーニングを行い，その後に発生した肩関節外傷との関連を検討した．外傷の既往歴を有すること，Load and shift test が陽性であること，肩内旋筋力比が増加することが内的危険因子である可能性が示された．しかし，既往歴は交絡因子として他の因子に影響している可能性が示唆され，交絡の調整が必要であると考

えられた.

6-2-3. 研究課題 3：ラグビー選手における肩関節外傷の初回受傷と再受傷に関連する内的危険因子の比較 -層別化による検討-

大学ラグビー選手を対象に，肩関節外傷の既往歴の有無で選手を層別化し，初回受傷と再受傷に関わる内的危険因子を検討した．既往歴がない選手は，肩内旋可動域の拡大，肩外旋可動域の拡大，肩水平屈曲可動域の拡大，肩内旋筋力の低下，競技年数の増加が肩関節外傷の内的危険因子であることが示唆された．既往歴がある選手は，Load and shift test が陽性であること，肩内旋筋力の低下，競技年数の増加が肩関節外傷の内的危険因子であることが示唆された.

6-3. 本研究で得られた成果の意義および今後の課題

研究課題 1 では，大学ラグビーチームを対象に，肩関節外傷の発生状況を 2 年間に渡って縦断的に調査し, 外傷別に 1000 player-hours 当たりの発生率を算出した．その結果，脱臼/不安定症と腱板損傷/インピンジメント症候群の発生率が高く，特に肩甲上腕関節に関わる外傷に対する予防策の重要性が示された．また，両外傷の発生率はプロレベルで報告された発生率よりも高く，プロベルに比べユースレベルは肩関節の外傷リスクが高い可能性がある. 脱臼/不安定症は, 初回脱臼の年齢が低いほど反復性に移行しやすいことからも [11, 66]，特にユースレベルでの予防が重要であること確認された.

研究課題 2 では，肩関節外傷を脱臼/不安定症または腱板損傷/インピンジメント症候群と定義し，外傷の内的危険因子を検討した．大学ラグビー選手を対象に，プレシーズンにメディカルスクリーニングを行い，その後に発生した肩関

節外傷との関連を分析した．2 年間の縦断的調査の結果，外傷の既往歴を有すること，Load and shift test が陽性であること，肩内外旋筋力比が増加することが内的危険因子である可能性が示された.

これらの因子に関する評価は，プレシーズンのメディカルスクリーニングにおいて肩関節外傷のリスクを評価するために有用であると考えられるが，既往歴の影響を考慮する必要があると考えられた．既往歴は外傷リスクに直接的に影響するとともに，関節弛緩性や筋力にも影響を及ぼす交絡因子となっている可能性が示唆され，既往歴を考慮した分析が必要であると考えられた.

既往歴は外傷の内的危険因子として取り上げられ，無視することのできない因子として認識されている．一方で，アプローチをして変化させることのできない因子の 1 つでもある．そこで，研究課題 3 では肩関節外傷の既往歴の有無によって選手を層別化し，初回受傷と再受傷のリスクに関わる内的危険因子を比較した．課題 2 と同様に，大学ラグビー選手を対象に，プレシーズンにメディカルスクリーニングを行い，その後に発生した肩関節外傷との関連を分析した.

4 年間の縦断的調査の結果，既往歴がない選手は，肩内旋可動域・肩外旋可動域・肩水平屈曲可動域の拡大，肩内旋筋力の低下，競技年数の増加によって受傷リスクが高まる可能性が示された. 一方で, 既往歴がある選手は, Load and shift test が陽性であること，肩内旋筋力の低下，競技年数の増加によって再受傷リスクが高まる可能性が示された．本研究では，既往歴以外の内的危険因子が明確になり，さらに初回受傷と再受傷では異なる因子が関与していることを示した.

本研究結果から，ラグビー選手における肩関節の外傷は，肩甲上腕関節に関わる外傷に対する予防の重要性が高いことに加えて，ユースレベルにおける予防の必要性が高いことが示唆された．これらの外傷を予防するためのメディカ

ルスクリーニングでは，既往歴の調査や Load and shift test に加えて，関節可動域の拡大や筋力低下について評価する必要があると考えられた．また，既往歴の有無に関わらず，肩内旋筋力の低下が内的危険因子として抽出されたため，外傷の予防および再発予防の両場面において積極的に取り入れるべきエクササイズ候補である．

研究課題 2 では，肩内外旋筋力比の増加が内的危険因子である可能性が示されたが，研究課題 3 において既往歴を考慮した結果，肩内外旋筋力比は関連が示されなかった．この結果から，既往歴による筋力低下が残存し，肩内外旋筋力比に影響を及ぼした可能性が考えられ，層別解析の意義も示された．研究課題 3 においては，既往歴の有無に関わらず肩内旋筋力が抽出され，加えてラグビーの競技特性であるコンタクトプレーを考慮すると，肩内外旋筋力のバランスよりも筋力の絶対値を高めることが予防に貢献する可能性があると考えられた．

本研究では ROC 解析を行い，抽出された因子のカットオフ値を検討した．カットオフ値は，メディカルスクリーニングでリスクを判断する場合や，傷害予防トレーニングの目標値を設定する場合，さらには外傷後に競技復帰の目安としても応用することが可能である．本研究におけるカットオフ値は，既往歴のない選手では肩内旋可動域が 95.0 度，肩外旋可動域が 95.0 度，肩水平屈曲可動域が 135.0 度，肩内旋筋力が 2.8 (N/体重)，競技年数が 8 年であった．一方で，既往歴のある選手では肩内旋筋力が 2.2 (N/体重)，競技年数が 10 年であった．しかし，これはあくまで ROC 解析の AUC を指標としてまとめた値である．

例えば，傷害予防を目的として肩内旋筋力のトレーニング目標値を設定する場合には，より感度の高いカットオフ値を設定することが必要であろう．本研究では，既往歴のない選手の肩内旋筋力は，3.4 以上で感度が 100%となってお

り，傷害予防トレーニングとして予防介入を行う際の目標値としても応用可能であると考えられた．

van Mechelen et al.[65]によるスポーツ傷害予防を達成するための段階的予防戦略は，4 つのステップで構成されており，1)傷害発生率を特定し傷害による問題の程度を確認する，2)傷害発生に関わる因子を特定する，3)傷害予防策を導入する，4)予防策の効果を検証することが推奨されている．本研究は，第 1 ステップと第 2 ステップに従い，肩関節外傷の疫学調査を行い，問題視される外傷に関わる因子を検討した．今後は，メディカルスクリーニングでカットオフ値を設定し，外傷発生率が異なるかを検証すること，そして特に肩内旋筋力に対する介入を行い，肩内旋筋力を増加させることが外傷発生率の低下に貢献するか確認する必要があると考えられた．

6-4. 研究限界

本研究は，一つのチームを対象としたので，外傷の内的危険因子やそのカットオフ値は各々のチームまたは競技レベルによって異なる可能性があると考えられた．また，本研究では，肩関節外傷を脱臼/不安定症又は腱板損傷と定義しているため，肩鎖関節損傷等の他の傷害については言及していないことや，受傷機転を詳細に確認出来ていないため，肩関節に作用した力や受傷に至るまでの状況が明らかではない．

また，本研究のメディカルスクリーニングでは評価していない因子が外傷リスクに関与している可能性も考えられた．先行研究では，肩関節外傷の既往歴と肩関節不安定性を有する選手は関節位置覚が低下しており，外傷リスクに関与している可能性も報告されているが[36, 37]，本研究では関節位置覚については

言及していない.

最後に，本研究におけるメディカルスクリーニングはプレシーズンに実施しているが，関節可動域や筋力等の身体的特性は，競技活動を継続することで変化する可能性があるため，外傷発生時の状態を全て反映しているわけではない．この課題を解決するために，今後はシーズン中にもスクリーニングを継続して行い，身体的特性の変化を観察することも必要であると考えられた.

第 7 章　結語

本研究は，大学ラグビー選手を対象に前向きコホート研究を行い，肩関節の外傷予防に関する基礎的知見を得ることを目的とし，外傷の疫学調査と内的危険因子の検討を行った.

(1) ラグビー選手における肩関節外傷は，脱臼/不安定症および腱板損傷/インピンジメント症候群の発生率と重症度が高いことが確認された.

(2) 既往歴を有すること，Load and shift test が陽性であること，肩内外旋筋力比が外傷の内的危険因子である可能性が示された.

(3) 外傷の既往歴がない選手は，肩内旋可動域，肩外旋可動域，肩水平屈曲可動域の拡大，肩内旋筋力の低下，競技年数の増加によって，受傷リスクが高まる可能性が示された.

(4) 外傷の既往歴がある選手は，Load and shift test が陽性であること，肩内旋筋力の低下，競技年数の増加によって，再受傷リスクが高まる可能性が示された.

以上の成果は，ラグビー選手における肩関節の外傷予防に関する科学的根拠に新たな知見を加えるものであり，プレシーズンのメディカルスクリーニングや，予防トレーニングを計画するための知見として意義のあるものと考えられる.

謝辞

本研究を遂行し論文を作成するにあたり，懇切丁寧なご指導ご助言を賜りました筑波大学体育系・宮川俊平教授，向井直樹准教授，竹村雅裕准教授に厚く御礼申し上げます．また，本論文に対し多くのご助言を賜りました茨城県立医療大学人間科学センター・岩井浩一教授に厚く御礼申し上げます．また，研究のご指導，ご助言を賜りましたつくば国際大学医療保健学部・永井智助教，筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター総合病院水戸協同病院リハビリテーション科・芋生祥之先生に心より厚く御礼申し上げます.

本研究にご協力頂いた筑波大学ラグビー部，中川昭部長，古川拓生監督，嶋崎達也ヘッドコーチ，宮本芳明医師，他スタッフおよび選手の皆様には，日頃より多大なご協力を頂き，深く感謝の意を表します．測定の際には，筑波大学大学院人間総合科学研究科・竹村研究室の皆様，スポーツ医学研究室の皆様，つくば国際大学医療保健学部・鈴木康文教授，理学療法学科の皆様に，ご協力を頂き誠に感謝申し上げます．また，論文作成の際，ご助言と英文の校正を賜りました University of Otago・Dr. Tony Schneiders 教授に深く感謝致します.

公私にわたり，多大な励ましを賜りました，筑波大学スポーツ Research & Development コア・清水和弘研究員，信州大学全学教育機構・廣野準一助教，大阪体育大学トレーニング科学センター・成相美紀研究員，サガン鳥栖フィジオセラピスト・髙木祥氏，仙台大学体育学部・小田桂吾講師，茨城県立医療大学医科学センター・増成暁彦助手，池田英治助手，筑波大学大学院人間総合科学研究科・花岡裕吉氏，張文植氏，河大穚氏に心より厚く感謝致します.

最後に，いつも温かく見守って頂いた妻，父，母，姉，兄，妹，祖母，親戚の皆様に心より深く感謝申し上げます.

参考文献

1) Anastasia F, William D. Evidence-based Sports Medicine, Second Edition. MacAuley D, and Best T. (eds.) How evidence-based is our examination of the shoulder? *BMJ Books* 303-326, 2007.
2) Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br. J. Sports Med.* 39: 324-329, 2005.
3) Bathgate A, Best JP, Craig G, Jamieson M. A prospective study of injuries to elite Australian rugby union players. *Br. J. Sports Med.* 36: 265-269, 2002.
4) Bottini E, Poggi EJ, Luzuriaga F, Secin FP. Incidence and nature of the most common rugby injuries sustained in Argentina (1991-1997). *Br. J. Sports Med.* 34: 94-97, 2000.
5) Bottoni CR, Wilckens JH, DeBerardino TM, D'Alleyrand JC, Rooney RC, Harpstrite JK, Arciero RA. A prospective, randomized evaluation of arthroscopic stabilization versus nonoperative treatment in patients with acute, traumatic, first-time shoulder dislocations. *Am. J. Sports Med.* 30: 576-580, 2002.
6) Brooks JH, Kemp SP. Recent trends in rugby union injuries. *Clin. Sports Med.* 27: 51-73, 2008.
7) Brooks JH, Kemp SP. Injury-prevention priorities according to playing position in professional rugby union players. *Br. J. Sports Med.* 45: 765-775, 2011.
8) Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. Epidemiology of injuries in English professional rugby union: part 1 match injuries. *Br. J. Sports Med.* 39: 757-766, 2005.
9) Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. Epidemiology of injuries in English professional rugby union: part 2 training Injuries. *Br. J. Sports Med.* 39: 767-775,

2005.

10) Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. An assessment of training volume in professional rugby union and its impact on the incidence, severity, and nature of match and training injuries. *J. Sports Sci.* 26: 863-873, 2008.

11) Chalidis B, Sachinis N, Dimitriou C, Papadopoulos P, Samoladas E, Pournaras J. Has the management of shoulder dislocation changed over time? *Int. Orthop.* 31: 385-389, 2007.

12) Chandler TJ, Kibler WB, Stracener EC, Ziegler AK, Pace B. Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. *Am. J. Sports Med.* 20: 455-458, 1992.

13) Cheng SC, Sivardeen ZK, Wallace WA, Buchanan D, Hulse D, Fairbairn KJ, Kemp SP, Brooks JH. Shoulder instability in professional rugby players -the significance of shoulder laxity. *Clin. Sports Med.* 22: 397-402, 2012.

14) Codine P, Bernard PL, Pocholle M, Benaim C, Brun V. Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29: 1400-1405, 1997.

15) Crichton J, Jones DR, Funk L. Mechanisms of traumatic shoulder injury in elite rugby players. *Br. J. Sports Med.* 46: 538-542, 2012.

16) Debski RE, Sakone M, Woo SL, Wong EK, Fu FH, Warner JJ. Contribution of the passive properties of the rotator cuff to glenohumeral stability during anterior-posterior loading. *J. Shoulder Elbow Surg.* 8: 324-329, 1999.

17) 出村 慎一. 健康・スポーツ科学のための研究方法 -研究計画の立て方とデータ処理法- *杏林書院* 2007.

18) Deutsch MU, Maw GJ, Jenkins D, Reaburn P. Heart rate, blood lactate and

kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *J. Sports Sci.* 16: 561-570, 1998.

19) Duthie G, Pyne D, Hooper S. Applied physiology and game analysis of rugby union. *Sports Med.* 33: 973-991, 2003.

20) Edouard P, Frize N, Calmels P, Samozino P, Garet M, Degache F. Influence of rugby practice on shoulder internal and external rotators strength. *Int. J. Sports Med.* 30: 863-867, 2009.

21) Edouard P, Degache F, Beguin L, Samozino P, Gresta G, Fayolle-Minon I, Farizon F, Calmels P. Rotator cuff strength in recurrent anterior shoulder instability. *J. Bone Joint Surg. Am.* 93: 759-765, 2011.

22) Escamilla RF, Andrews JR. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Med.* 39: 569-590, 2009.

23) Escamilla RF, Yamashiro K, Paulos L, Andrews JR. Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Med.* 39: 663-685, 2009.

24) Finch C. A new framework for research leading to sports injury prevention. *J. Sci. Med. Sport* 9: 3-9, 2006.

25) Flik K, Lyman S, Marx RG. American collegiate men's ice hockey: an analysis of injuries. *Am J Sports Med* 33: 183-187, 2005.

26) Fuller CW. Managing the risk of injury in sport. *Clin. J. Sport Med.* 17: 182-187, 2007.

27) Fuller CW, Molloy MG, Bagate C, Bahr R, Brooks JH, Donson H, Kemp SP, McCrory P, McIntosh AS, Meeuwisse WH, Quarrie KL, Raftery M, Wiley P. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for

studies of injuries in rugby union. *Clin. Sports Med.* 17: 177-181, 2007.

28) Fuller CW, Brooks JH, Cancea RJ, Hall J, Kemp SP. Contact events in rugby union and their propensity to cause injury. *Br. J. Sports Med.* 41: 862-867, 2007.

29) Fuller CW, Ashton T, Brooks JH, Cancea RJ, Hall J, Kemp SP. Injury risks associated with tackling in rugby union. *Br. J. Sports Med.* 44: 159-167, 2010.

30) Fuller CW, Clarke L, Molloy MG. Risk of injury associated with rugby union played on artificial turf. *J. Sports Sci.* 28: 563-570, 2010.

31) Gabbett TJ. Incidence of injury in semi-professional rugby league players. *Br. J. Sports Med.* 37: 36-43, 2003.

32) Garraway WM, Lee AJ, Macleod DA, Telfer JW, Deary IJ, Murray GD. Factors influencing tackle injuries in rugby union football. *Br. J. Sports Med.* 33: 37-41, 1999.

33) Garraway WM, Lee AJ, Hutton SJ, Russell EB, Macleod DA. Impact of professionalism on injuries in rugby union. *Br. J. Sports Med.* 34: 348-351, 2000.

34) Haseler CM, Carmont MR, England M. The epidemiology of injuries in English youth community rugby union. *Br. J. Sports Med.* 44: 1093-1099, 2010.

35) Headey J, Brooks JH, Kemp SP. The epidemiology of shoulder injuries in English professional rugby union. *Am. J. Sports Med.* 35: 1537-1543, 2007.

36) Herrington L, Horsley I. Electromyographic analysis of selected shoulder muscles during a rugby football tackle. *Sports Med. Arthrosc. Rehabil. Ther. Technol.* 1: 10, 2009.

37) Herrington L, Horsley I, Whitaker L, Rolf C. Does a tackling task effect shoulder joint position sense in rugby players? *Phys. Ther. Sport* 9: 67-71, 2008.

38) Kelly BT, Barnes RP, Powell JW, Warren RF. Shoulder injuries to quarterbacks in

the national football league. *Am. J. Sports Med.* 32: 328-331, 2004.

39) Knowles SB, Marshall SW, Guskiewicz KM. Issues in estimating risks and rates in sports injury research. *J. Athl. Train.* 41: 207-215, 2006.

40) Kralinger FS, Golser K, Wischatta R, Wambacher M, Sperner G. Predicting recurrence after primary anterior shoulder dislocation. *Am. J. Sports Med.* 30: 116-120, 2002.

41) Lee AJ, Garraway WM. Epidemiological comparison of injuries in school and senior club rugby. *Br. J. Sports Med.* 30: 213-217, 1996.

42) Longo UG, Huijsmans PE, Maffulli N, Denaro V, De Beer JF. Video analysis of the mechanisms of shoulder dislocation in four elite rugby players. *J. Orthop. Sci.* 16: 389-397, 2011.

43) MacQueen AE, Dexter WW. Injury trends and prevention in rugby union football. *Curr. Sports Med. Rep.* 9: 139-143, 2010.

44) Malicky DM, Soslowsky LJ, Blasier RB, Shyr Y. Anterior glenohumeral stabilization factors: progressive effects in a biomechanical model. *J. Orthop. Res.* 14: 282-288, 1996.

45) Marshall J. In-season periodization with youth rugby players. *Strength Cond.* 27: 10-19, 2005.

46) McIntosh AS, Savage TN, McCrory P, Fréchède BO, Wolfe R. Tackle characteristics and injury in a cross section of rugby union football. *Med. Sci. Sports Exerc.* 42: 977-984, 2010.

47) McMahon PJ, Burkart A, Musahl V, Debski RE. Glenohumeral translations are increased after a type II superior labrum anterior-posterior lesion: a cadaveric study of severity of passive stabilizer injury. *J. Shoulder Elbow Surg.* 13: 39-44, 2004.

48) 三宅一徳．基準値(基準範囲)とカットオフ値の考え方．*日本内科学会雑誌* 94: 2467-2472, 2005.

49) Nicholl JP, Coleman P, Williams BT. The epidemiology of sports and exercise related injury in the United Kingdom. *Br. J. Sports Med.* 29: 232-238, 1995.

50) O'Connell PW, Nuber GW, Mileski RA, Lautenschlager E. The contribution of the glenohumeral ligaments to anterior stability of the shoulder joint. *Am. J. Sports Med.* 18: 579-584, 1990.

51) Orchard J, Seward H. Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997-2000. *Br. J. Sports Med.* 36: 39-44, 2002.

52) Orchard J, Rae K, Brooks J, Hägglund M, Til L, Wales D, Wood T. Revision, uptake and coding issues related to the open access Orchard Sports Injury Classification System (OSICS) versions 8, 9 and 10.1. *Open Access J. Sports Med.* 1: 207-214, 2010.

53) Pagnani MJ, Deng XH, Warren RF, Torzilli PA, Altchek DW. Effect of lesions of the superior portion of the glenoid labrum on glenohumeral translation. *J. Bone Joint Surg. Am.* 77: 1003-1010, 1995.

54) Parkkari J, Kujala UM, Kannus P. Is it possible to prevent sports injuries? Review of controlled clinical trials and recommendations for future work. *Sports Med.* 31: 985-995, 2001.

55) Quarrie KL, Hopkins WG. Tackle injuries in professional Rugby Union. *Am. J. Sports Med.* 36: 1705-1716, 2008.

56) Salamh PA, Kolber MJ. The reliability, minimal detectable change and construct validity of a clinical measurement for quantifying posterior shoulder tightness in the post-operative population. *Int. J. Sports Phys. Ther.* 7: 565-575, 2012.

57) Schneiders AG, Takemura M, Wassinger CA. A prospective epidemiological study of injuries to New Zealand premier club rugby union players. *Phys. Ther. Sport* 10: 85-90, 2009.

58) Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, Kimura IF. Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *J. Athl. Train.* 43: 571-577, 2008.

59) Sundaram A, Bokor DJ, Davidson AS. Rugby Union on-field position and its relationship to shoulder injury leading to anterior reconstruction for instability. *J. Sci. Med. Sport* 14: 111-114, 2011.

60) Takemura M, Schneiders AG, Bell ML, Milburn PD. Association of ground hardness with injuries in rugby union. *Br. J. Sports Med.* 41: 582-587, 2007.

61) Takemura M, Nagai S, Iwai K, Nakagawa A, Furukawa T, Miyakawa S, Kono I. Injury characteristics in Japanese collegiate rugby union through one season. *Football Science* 6: 39-46, 2009.

62) 田中 喜代次, 西嶋 尚彦. 身体活動科学における研究方法. *ナップ* 2004.

63) Tanaka Y, Okamura K, Imai T. Effectiveness of external rotation immobilization in highly active young men with traumatic primary anterior shoulder dislocation or subluxation. *Orthopedics* 33: 670, 2010.

64) 内田 治. SPSS によるロジスティック回帰分析. *オーム* 2011.

65) van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med.* 14:82-99, 1992.

66) Wen DY. Current concepts in the treatment of anterior shoulder dislocations. *Am. J. Emerg. Med.* 17: 401-407, 1999.

67) Wilson BD, Quarrie KL, Milburn PD, Chalmers DJ. The nature and circumstances

of tackle injuries in rugby union. *J. Sci. Med. Sport* 2: 153-162, 1999.

68) Yamazaki J, Muneta T, Ju YJ, Morito T, Okuwaki T, Sekiya I. Hip acetabular dysplasia and joint laxity of female anterior cruciate ligament-injured patients. *Am. J. Sports Med.* 39: 410-414, 2011.

付記

研究業績

　博士論文に関係する業績を以下に記す.

【原著論文】

1. **Ryo Ogaki**, Masahiro Takemura, Koichi Iwai, Shumpei Miyakawa. Risk Factors for Shoulder Injury in Collegiate Rugby Union Players. *International Journal of Sport and Health Science* 12:31-37, 2014.
2. **大垣亮**, 竹村雅裕, 岩井浩一, 宮本芳明, 芋生祥之, 永井智, 宮川俊平. 大学ラグビー選手における肩関節外傷の初回受傷及び再受傷の危険因子. *体力科学*63:189-196, 2014.

【学会発表】

1. **大垣亮**, 竹村雅裕, 岩井浩一, 芋生祥之, 永井智, 髙木祥, 宮川俊平. 大学ラグビー選手における肩関節外傷と内的因子の関係 -層別化を用いた検討- *第2回日本アスレティックトレーニング学会学術集会* 2013.6.29.
2. **Ryo Ogaki**, Masahiro Takemura, Yoshiaki Miyamoto, Satoshi Nagai, Takuo Furukawa, Koichi Iwai, Shumpei Miyakawa. Risk Factors of Shoulder Injuries in Collegiate Rugby Player. *7th World Congress on Science & Football* 2011.5.27.

【競争的資金の獲得】

1. ラグビーフットボールにおける傷害発生と内的危険因子の関係. 茨城体育学会, 平成25年度研究奨励金.