高校ハンドボール選手における傷害発生の実態

眞下 苑子^{1*}, 吉田 成仁², 森脇 龍³, 竹上 綾香³, 藁科 侑希⁴,
永井 智⁵, 大西 信三³, 白木 仁³

Handball injuries among high school players in Japan

Sonoko Mashimo^{1*}, Naruto Yoshida², Tatsu Moriwaki³, Ayaka Takegami³, Yuki Warashina⁴,
Satoshi Nagai⁵, Shinzo Onishi³ and Hitoshi Shiraki³

¹大阪電気通信大学, 〒572-8530 大阪府寝屋川市初町18-8 (Osaka Electro-Communication University, 18-8 Hatsucho, Neyagawa, Osaka 572-8530, Japan)

²帝京平成大学, 〒170-8445 東京都豊島区東池袋2-51-4 (Teikyo Heisei University, 2-51-4 Higashiikebukuro, Toshima, Tokyo 170-8445, Japan)

³筑波大学, 〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1 (University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan)

⁴東京経済大学, 〒185-8502 東京都国分寺市南町1-7-34 (Tokyo Keizai University, 1-7-34 Minamicho, Kokubunji, Tokyo 185-8502, Japan)

⁵つくば国際大学, 〒300-0051 茨城県土浦市真鍋6-8-33 (Tsukuba International University, 6-8-33 Manabe, Tsuchiura, Ibaraki 300-0051, Japan)

Received: April 13, 2020 / Accepted: August 27, 2020

Abstract The purpose of this study was to investigate the injury patterns and risk factors of injuries among high school handball players in Japan. A total of 1299 (709 male and 590 female) subjects who played in the 2018 Japanese National High School Handball Championship participated in this study. The questionnaire on injury experience was distributed two weeks before the championship and was collected at the representation meeting the day before the championship. The main results were as follows: 1) The subjects (n=625, 48.1%) reported experiences of injuries in the previous year. Female had significantly more suffer injuries than male. 2) The main body parts of injuries were the ankle, knee, and finger in traumatic injuries and the lower leg, lumbar spine/lower back, and knee in overuse injuries. The main types of injuries were sprain, ligamentous rupture, and fracture in traumatic injuries and stress fracture, other bone injuries, and lesion of meniscus or cartilage in overuse injuries. The main cause of injuries was “contact with another athlete”. 3) Age, female players, and back players were associated with increased the occurrences of injuries. Goalkeepers were associated with decreased the occurrences of injuries. These results indicated that a high prevalence of injuries in high school handball players, and it is important to take preventive measures based on age, gender, and player position.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 70(1): 79-89 (2021)

Keywords : handball, injuries, high school players

緒 言

ハンドボールは、走る・跳ぶ・投げるという運動における基本3要素が盛り込まれ、さらに身体接触が許されている激しいスポーツである。国際的に広く普及しており¹⁾、本邦でも日本ハンドボール協会の協会登録総人数は約12万人であり²⁾、小学生から社会人まで幅広い年代で競技が行われている。

ハンドボールは、競技特性上傷害発生の多いスポー

ツであり、発祥地である欧州の国々では、高い競技力とともに傷害予防に関する研究が盛んに行われている。ハンドボールにおける傷害発生率は、成人（19歳以上）選手（試合11.2-14.3件/1000 player hours, 練習0.6-2.4件/1000 player hours）^{3,4)}と青年期（18歳以下）の選手（試合8.9-14.0件/1000 player hours, 練習1.7-4.3件/1000 player hours）^{3,5,6)}で同程度であることが報告されている。また、傷害発生部位は、足関節が最頻部位^{3,4,7-10)}、膝関節が重症度の高い傷害が多く発生する部位^{11,12)}であることが明らかとなっている。傷害の種類は、捻挫、筋挫傷、打撲が多いことが示されている^{3,4,7-10)}。さらに、

*Correspondence: mashimo@osakac.ac.jp

傷害発生に関わる要因として、内的因子は「性別」¹¹⁻¹³⁾、「既往歴」^{3,9,14)}、外的因子は「競技レベル」^{12,15)}、「競技場面(試合vs練習)」^{3,4,9,12,15,16)}、「ポジション」^{7,9,11,12,15)}、「靴-床の相互作用」¹⁷⁾などが議論されている。

本邦におけるハンドボールの傷害調査は、小学生から日本代表選手までを対象として行われている¹⁸⁻²⁶⁾。李ら¹⁸⁾は、日本ハンドボールリーグに所属する8チームの女子ハンドボール選手120人を対象とし、実業団入団後から現在に至るまでの期間の傷害発生に関する調査を行なった。その結果、傷害を有した対象者は120人中86人であり、傷害好発部位は足関節、膝関節、腰部であったことを報告している。西村ら¹⁹⁾も、日本ハンドボールリーグに所属する1チームを対象とし、傷害発生率(練習:0.76件/1000 player hours, 試合:8.2件/1000 match)を明らかにした。日本代表選手を対象とした研究では、加藤ら²⁰⁾が男子選手31人、佐久間ら²¹⁾が女子選手35人を対象とし、メディカルチェックによる調査結果を報告している。大学生を対象とした研究では、森口ら²²⁾は女子ハンドボールチーム3チーム(98人)を対象に過去1年以内の傷害発生を調査し、傷害発生部位は足関節、膝関節が多く、種類は捻挫、靱帯断裂が多かったことを報告している。また、花岡²³⁾や平子ら²⁴⁾は、大学ハンドボールチーム1チームをそれぞれ対象として前向き研究を行い、花岡は外傷の発生率(練習:33.2件/1000 player hours, 試合:417.7件/1000 player hours)を報告している。高校生以下を対象とした研究では、大嶺ら²⁵⁾は小学・中学・高校ハンドボール選手229人を対象とし、簀戸ら²⁶⁾は高校男子ハンドボール選手145人を対象として調査し、傷害発生部位は足関節が最も多く、加えて手指が多いことを明らかにした。上述したように、本邦におけるハンドボールの傷害調査は行われているものの、多くの研究で対象者数が少なく、また数チームのみを対象としていることから、本邦のハンドボール競技における傷害発生の実態に関する一致した見解が得られていないのが現状である。また、傷害発生に関わる要因については検討した論文はほとんど見当たらない。特に、青年期のハンドボール選手を対象とした調査は極めて少ないことから、これらを明らかにすることは本邦の青年期のハンドボール選手における傷害予防策確立のための基礎的資料となりうると考えられる。

そこで、本研究の目的は、高校ハンドボール選手における傷害発生の実態と傷害発生に関連する項目を明らかにすることとした。

方 法

対象および調査方法 対象は、2018年度に行われた全国高等学校総合体育大会(以下、大会)のハンドボール競技に出場する全96校(男子48校、女子48校)とした。

調査方法は、大会(2018年7月27日~8月1日)が行われる2週間前に対象とする学校に郵送にて質問紙を配布し、各学校の監督から所属する選手(対象者)に質問紙配布を依頼した。記入後の質問紙は各学校の監督が回収し、大会の競技開始前日に行われる代表者会議に持参を依頼し、代表者会議の場で回収した。

調査に際し、対象者には文書により本調査の目的と内容を十分に説明した上で、書面による同意を得た。本研究は大阪電気通信大学生体倫理委員会における審議・承認を得て実施した(認証番号:18-001)。

質問紙 質問紙は、基本項目および傷害に関する項目から構成されている。

基本項目は、「所属」、「学年」、「年齢」、「性別」、「利き手」、「身長」、「体重」、「競技歴」、「ポジション」、「練習量」とした。身長および体重から「Body Mass Index(以下、BMI)」を算出した。ポジションは、「サイド」、「バック」、「ポスト」、「ゴールキーパー」の4種類に分類した²⁷⁾。練習量は、1日当たりの平均練習時間、1週間当たりの平均練習回数を調査し、「1週間当たりの平均練習時間」を算出した^{28,29)}。

傷害に関する項目は、「過去1年以内における傷害の有無」を調査し、傷害が有る場合には、その傷害について「部位」、「種類」、「重症度」、「受傷場面」、「原因」について調査した。これらの項目は、International Olympic Committee(以下、IOC)のinjury surveillance system³⁰⁾を参考に分類した。重症度は、傷害受傷後から競技復帰するまでの日数で分類し、質問紙に回答した時点で競技に復帰していた傷害のみ回答してもらった。また、原因は複数回答可とした。本研究における傷害は、「ハンドボールの試合または練習によって発生し、次に予定されている試合または練習の全てに参加できなくなったもの(Time-loss injury)」と定義した³¹⁾。さらに、傷害の内訳として、外傷は「明確な1回の外力により発生したもの」、障害は「原因が特定できず微細な損傷が繰り返し起こることで発生したもの」と定義・分類した³¹⁾。

統計処理 名義尺度の項目は、対象者数(割合)または傷害数(割合)で示し、性差(男子vs女子)を比較するために χ^2 検定を用いた。 χ^2 検定を行う際に、期待度数が5以下のセルが全体の20%以上ある場合には χ^2 検定が適さないため行わなかった(傷害の部位、傷害の種類)³²⁾。傷害の部位および種類は、ポジション差(コートプレーヤー;サイド、バック、ポストvsゴールキーパー)の比較も行った。比率尺度の項目は、平均値(標準偏差)で示した。Kolmogorov-Smirnov検定を用いてデータの正規性を確認した結果、全ての項目で正規性が認められなかったため、性差を比較するためにMann-WhitneyのU

検定を用いた。

傷害発生に関わる項目を検討するために、ロジスティック回帰分析を用いた。まず基本項目において、欠損データの多い「学年」、先行研究^{3,5,9,11,12,29)}より傷害発生に関わる要因となっていない「利き手」は分析から除外した。次に、基本項目において、欠損データがある対象者は分析から除外した。その後、従属変数を過去1年以内における傷害の有無、独立変数を基本項目とし、単変量ロジスティック回帰分析を行い、各項目について1変量による調整しないオッズ比（以下、OR）および95%信頼区間（以下、95%CI）を算出した。変数相互の交絡の影響を調整するために、強制投入法による多重ロジスティック回帰分析を行い、調整ORおよび95%CIを算出した。モデルには、調整しないORを基に、傷害発生に影響の強いと考えられる項目を投入した。

全ての解析は、SPSS Statistics 25.0を用いて行い、有意水準は5%未満とした。

結 果

質問紙の回収学校数（回収学校率）は、全体96校中70校（72.9%）であり、男子48校中34校（70.8%）、女子48校中36校（75.0%）であった。有効回答数（有効回答率）は、全体1347人中1299人（96.4%）であり、男子730人中

709人（97.1%）、女子617人中590人（95.6%）であった。対象者の基本情報はTable 1に示した。

過去1年以内に傷害を有した対象者は、全体で1299人中625人（48.1%）であった。性差を比較すると、男子709人中317人（44.7%）、女子590人中308人（52.2%）であり、女子が男子に比べて傷害を有した対象者の割合が有意に高かった（ $p<0.05$ ）。

傷害を有した625人から813件の傷害が抽出された。傷害の中で外傷と障害に分類できた779件中、外傷が598件（76.8%）、障害が181件（23.2%）であった。性差を比較すると、男子の外傷（307件、80.6%）、女子の障害（107件、26.9%）の割合が有意に高かった（ $p<0.05$ ）。傷害の重症度は、重症230件（39.4%）が最も多く、性差を比較すると男子と女子の重症度の割合に有意差は認められなかった。受傷場面は、試合での発生が234件（31.4%）、練習での発生が512件（68.6%）であり、性差を比較すると男子と女子の受傷場面の割合に有意差は認められなかった（Table 2）。

傷害発生部位は、外傷で足関節197件（33.2%）が最も多く、次いで膝関節120件（20.2%）、示-小指51件（8.6%）の順であった。障害では、下腿39件（21.8%）が最も多く、次いで腰椎/下背部33件（18.4%）、膝関節30件（16.8%）の順であった。男子においては、外傷で足関節、膝関節、

Table 1. Participants characteristics

	Male (n=709)	Female (n=590)	Total (n=1299)
Age, years (n=1286)	16.4 (0.9)	16.3 (0.9)	16.4 (0.9)
Height, cm (n=1291)	172.3 (6.2)*	159.5 (5.6)	166.5 (8.7)
Weight, kg (n=1266)	65.9 (8.5)*	55.0 (5.7)	61.0 (9.1)
BMI, kg/m ² (n=1265)	22.1 (2.2)*	21.6 (1.8)	21.9 (2.1)
Handball experience, years (n=1279)	5.1 (2.7)*	4.6 (2.9)	4.9 (2.8)
Training volume, h/week (n=1247)	21.3 (6.3)	22.7 (6.6)*	21.9 (6.5)
Dominant member (n=1295)			
Right-handed	615 (87.1)	526 (89.5)	1141 (88.2)
Left-handed	91 (12.9)	60 (10.2)	152 (11.7)
Both-handed	0 (0.0)	2 (0.3)	2 (0.2)
Player position (n=1239)			
Wing	225 (32.6)	197 (35.9)	422 (34.1)
Back	239 (34.6)	167 (30.5)	406 (32.8)
Line	118 (17.1)	102 (18.6)	220 (17.8)
Goalkeeper	109 (15.8)	82 (15.0)	191 (15.4)

Continuous data are presented as mean and standard deviation. Categorical data are presented as number of participants and percentage (%).

*: $p<0.05$

Table 2. Characteristics of injuries

	Male (n=395)	Female (n=418)	Total (n=813)
Injury classification†			
Traumatic	307 (80.6)*	291 (73.1)	598 (76.8)
Overuse	74 (19.4)	107 (26.9)*	181 (23.2)
Injury severity‡			
Minimal (1-3 days)	42 (14.7)	26 (8.7)	68 (11.6)
Mild (4-7 days)	51 (17.9)	50 (16.7)	101 (17.3)
Moderate (8-28 days)	92 (32.3)	93 (31.1)	185 (31.7)
Severe (>29 days)	100 (35.1)	130 (43.5)	230 (39.4)
Situation§			
Match	127 (34.7)	107 (28.2)	234 (31.4)
Training	239 (65.3)	273 (71.8)	512 (68.6)

Data are presented as number of injuries and percentage (%).

†Information is missing for 34 injuries.

‡Only injuries that have already returned to play (Male n=285, Female n=299, Total n=584)

§Information is missing for 67 injuries.

*: $p < 0.05$

示-小指の順であり、障害で腰椎/下背部、膝関節、下腿の順であった。女子においては、外傷で足関節、膝関節、肩関節/鎖骨の順であり、障害で下腿、膝関節、腰椎/下背部の順であった。コートプレイヤーにおいては、外傷で足関節、膝関節、示-小指の順であり、障害で下腿、膝関節、腰椎/下背部の順であった。ゴールキーパーにおいては、外傷で足関節、膝関節、手関節の順であり、障害で腰椎/下背部、下腿、膝関節・肩関節/鎖骨の順であった (Table 3)。

傷害の種類は、外傷で捻挫212件 (37.0%) が最も多く、次いで靭帯断裂105件 (18.3%)、骨折91件 (15.9%) の順であった。障害では、疲労骨折50件 (31.1%) が最も多く、次いでその他の骨損傷28件 (17.4%)、半月板/軟骨損傷21件 (13.0%) の順であった。男子においては、外傷で捻挫、骨折、靭帯断裂の順であり、障害で疲労骨折、半月板/軟骨損傷、その他の骨損傷の順であった。女子においては、外傷で捻挫、靭帯断裂、骨折の順であり、障害で疲労骨折、その他の骨損傷、腱炎/腱周囲炎の順であった。コートプレイヤーにおいては、外傷で捻挫、靭帯断裂、骨折の順であり、障害で疲労骨折、その他の骨損傷、半月板/軟骨損傷の順であった。ゴールキーパーにおいては、外傷で捻挫、靭帯断裂・半月板/軟骨損傷の順であり、障害で疲労骨折、半月板/軟骨損傷、その他の骨損傷の順であった (Table 4)。

傷害の原因は、分析することのできた783件中、約半分の傷害 (378件, 48.3%) が他の選手との接触損傷を原因とした。性差を比較すると、女子 (124件, 31.1%) が男

子 (82件, 21.4%) に比べてオーバーユースの割合が有意に高かった ($p < 0.05$) (Fig. 1)。

傷害に関わる項目の検討は、独立変数・従属変数において全てのデータが揃った1189人を分析対象とした。1189人中、傷害無し615人 (51.7%)、傷害有り574人 (48.3%) であった。ロジスティック回帰分析の結果から、傷害発生の増加と関連する項目として、年齢 (OR=1.25 [95%CI, 1.10-1.42])、性別・女子 (OR=1.48 [95%CI, 1.17-1.88])、ポジション・バック (OR=1.42 [95%CI, 1.06-1.89]) が挙げられた。一方、ポジション・ゴールキーパー (OR=0.68 [95%CI, 0.47-0.98]) は傷害発生の減少と関連を示した (Table 5)。

考 察

高校ハンドボール選手を対象に、過去1年以内の傷害を調査した結果、傷害を有した対象者は約半数を占め、性差を比較すると女子が男子に比べて傷害有りの割合が有意に高かった。傷害の重症度は、競技復帰までの日数が最も長い重症が約40%を占めた。主要な傷害発生部位は、外傷で足関節、膝関節、示-小指、障害で下腿、腰椎/下背部、膝関節であった。傷害の種類は外傷で捻挫、靭帯断裂、骨折、障害で疲労骨折、その他の骨損傷、半月板/軟骨損傷が高い割合を示した。主な傷害の原因として、他の選手との接触損傷が挙げられた。また、傷害発生に関わる項目として、年齢、性別・女子、ポジション・バックが傷害発生の増加と、ポジション・ゴールキーパーが減少と関連を示した。

Table 3. Body part of injuries

	Male† (n=395)	Female‡ (n=418)	Total§ (n=813)	Court player ¶ (n=693)	Goalkeeper¶ (n=83)
Traumatic injuries	(n=305)	(n=289)	(n=594)	(n=520)	(n=50)
Face	29 (9.5)	11 (3.8)	40 (6.7)	36 (6.9)	3 (6.0)
Neck/cervical spine	2 (0.7)	1 (0.3)	3 (0.5)	3 (0.6)	0 (0.0)
Thoracic spine/upper back	2 (0.7)	0 (0.0)	2 (0.3)	2 (0.4)	0 (0.0)
Sternum/ribs	4 (1.3)	4 (1.4)	8 (1.3)	7 (1.3)	0 (0.0)
Lumbar spine/lower back	8 (2.6)	4 (1.4)	12 (2.0)	10 (1.9)	2 (4.0)
Pelvis/sacrum/buttock	4 (1.3)	1 (0.3)	5 (0.8)	4 (0.8)	0 (0.0)
Shoulder/clavicle	20 (6.6)	27 (9.3)	47 (7.9)	46 (8.8)	0 (0.0)
Elbow	11 (3.6)	10 (3.5)	21 (3.5)	18 (3.5)	3 (6.0)
Forearm	2 (0.7)	1 (0.3)	3 (0.5)	3 (0.6)	0 (0.0)
Wrist	12 (3.9)	6 (2.1)	18 (3.0)	14 (2.7)	4 (8.0)
Hand	4 (1.3)	2 (0.7)	6 (1.0)	6 (1.2)	0 (0.0)
Finger	32 (10.5)	19 (6.6)	51 (8.6)	47 (9.0)	3 (6.0)
Thumb	15 (4.9)	7 (2.4)	22 (3.7)	17 (3.3)	3 (6.0)
Hip	3 (1.0)	0 (0.0)	3 (0.5)	3 (0.6)	0 (0.0)
Groin	2 (0.7)	0 (0.0)	2 (0.3)	2 (0.4)	0 (0.0)
Thigh	10 (3.3)	8 (2.8)	18 (3.0)	16 (3.1)	0 (0.0)
Knee	40 (13.1)	80 (27.7)	120 (20.2)	106 (20.4)	9 (18.0)
Lower leg	10 (3.3)	1 (0.3)	11 (1.9)	8 (1.5)	1 (2.0)
Ankle	93 (30.5)	104 (36.0)	197 (33.2)	168 (32.3)	21 (42.0)
Foot/toe	2 (0.7)	3 (1.0)	5 (0.8)	4 (0.8)	1 (2.0)
Overuse injuries	(n=73)	(n=106)	(n=179)	(n=138)	(n=29)
Neck/cervical spine	1 (1.4)	0 (0.0)	1 (0.6)	1 (0.7)	0 (0.0)
Thoracic spine/upper back	0 (0.0)	2 (1.9)	2 (1.1)	1 (0.7)	1 (3.4)
Sternum/ribs	1 (1.4)	0 (0.0)	1 (0.6)	1 (0.7)	0 (0.0)
Lumbar spine/lower back	18 (24.7)	15 (14.2)	33 (18.4)	22 (15.9)	10 (34.5)
Abdomen	1 (1.4)	0 (0.0)	1 (0.6)	1 (0.7)	0 (0.0)
Pelvis/sacrum/buttock	8 (11.0)	3 (2.8)	11 (6.1)	9 (6.5)	2 (6.9)
Shoulder/clavicle	4 (5.5)	9 (8.5)	13 (7.3)	6 (4.3)	3 (10.3)
Elbow	4 (5.5)	0 (0.0)	4 (2.2)	3 (2.2)	1 (3.4)
Wrist	1 (1.4)	1 (0.9)	2 (1.1)	1 (0.7)	1 (3.4)
Hip	1 (1.4)	0 (0.0)	1 (0.6)	1 (0.7)	0 (0.0)
Groin	0 (0.0)	2 (1.9)	2 (1.1)	1 (0.7)	1 (3.4)
Thigh	3 (4.1)	6 (5.7)	9 (5.0)	9 (6.5)	0 (0.0)
Knee	13 (17.8)	17 (16.0)	30 (16.8)	25 (18.1)	3 (10.3)
Lower leg	10 (13.7)	29 (27.4)	39 (21.8)	30 (21.7)	5 (17.2)
Achilles tendon	0 (0.0)	2 (1.9)	2 (1.1)	2 (1.4)	0 (0.0)
Ankle	6 (8.2)	8 (7.5)	14 (7.8)	13 (9.4)	1 (3.4)
Foot/toe	2 (2.7)	12 (11.3)	14 (7.8)	12 (8.7)	1 (3.4)

Data are presented as number of injuries and percentage (%).

†Information is missing for 17 injuries.

‡Information is missing for 23 injuries.

§Information is missing for 40 injuries.

¶Information is missing for 76 injuries (37 for position and 39 for body part).

過去1年以内に約半数の対象者が傷害を有しており、女子が男子に比べて傷害有りの割合が有意に高かった。ドイツの成人ハンドボール選手を対象に保険データを用いた調査³³⁾では、3シーズンの調査期間中に傷害を受傷した対象者の割合は77.9%であったことが報告されている。また、傷害の中でも time-loss injury の割合は34.6%

であったことが示されている³³⁾。本研究は、time-loss injury の定義を用いて、過去1年以内の傷害受傷の有無を調査している。約半数の対象者が傷害を有していたことから、本邦の高校ハンドボール選手は、傷害を受傷した割合が高いことが明らかとなった。また、先行研究^{8,34)}では国家代表レベル（トップレベル）において傷害発生

Table 4. Type of injuries

	Male† (n=395)	Female‡ (n=418)	Total§ (n=813)	Court player¶ (n=693)	Goalkeeper¶ (n=83)
Traumatic injuries	(n=286)	(n=287)	(n=573)	(n=501)	(n=49)
Concussion	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.3)	2 (0.4)	0 (0.0)
Fracture	59 (20.6)	32 (11.1)	91 (15.9)	85 (17.0)	4 (8.2)
Stress fracture	3 (1.0)	2 (0.7)	5 (0.9)	5 (1.0)	0 (0.0)
Other bone injuries	5 (1.7)	2 (0.7)	7 (1.2)	6 (1.2)	0 (0.0)
Dislocation, subluxation	16 (5.6)	25 (8.7)	41 (7.2)	39 (7.8)	1 (2.0)
Tendon rupture	3 (1.0)	2 (0.7)	5 (0.9)	4 (0.8)	1 (2.0)
Ligamentous rupture	40 (14.0)	65 (22.6)	105 (18.3)	95 (19.0)	5 (10.2)
Sprain	101 (35.3)	111 (38.7)	212 (37.0)	179 (35.7)	26 (53.1)
Lesion of meniscus or cartilage	7 (2.4)	24 (8.4)	31 (5.4)	26 (5.2)	5 (10.2)
Strain/muscle rupture/tear	14 (4.9)	10 (3.5)	24 (4.2)	17 (3.4)	2 (4.1)
Contusion/haematoma/bruise	13 (4.5)	6 (2.1)	19 (3.3)	17 (3.4)	2 (4.1)
Tendinosis/tendinopathy	3 (1.0)	0 (0.0)	3 (0.5)	3 (0.6)	0 (0.0)
Bursitis	1 (0.3)	2 (0.7)	3 (0.5)	2 (0.4)	0 (0.0)
Laceration/abrasion/skin lesion	11 (3.8)	3 (1.0)	14 (2.4)	14 (2.8)	0 (0.0)
Dental injury/broken tooth	0 (0.0)	2 (0.7)	2 (0.3)	2 (0.4)	0 (0.0)
Muscle cramps or spasm	1 (0.3)	0 (0.0)	1 (0.2)	1 (0.2)	0 (0.0)
Others	8 (2.8)	0 (0.0)	8 (1.4)	4 (0.8)	3 (6.1)
Overuse injuries	(n=62)	(n=99)	(n=161)	(n=123)	(n=28)
Fracture	5 (8.1)	1 (1.0)	6 (3.7)	6 (4.9)	0 (0.0)
Stress fracture	21 (33.9)	29 (29.3)	50 (31.1)	38 (30.9)	8 (28.6)
Other bone injuries	7 (11.3)	21 (21.2)	28 (17.4)	23 (18.7)	4 (14.3)
Dislocation, subluxation	0 (0.0)	1 (1.0)	1 (0.6)	1 (0.8)	0 (0.0)
Tendon rupture	0 (0.0)	1 (1.0)	1 (0.6)	0 (0.0)	1 (3.6)
Ligamentous rupture	2 (3.2)	5 (5.1)	7 (4.3)	4 (3.3)	3 (10.7)
Sprain	3 (4.8)	1 (1.0)	4 (2.5)	4 (3.3)	0 (0.0)
Lesion of meniscus or cartilage	10 (16.1)	11 (11.1)	21 (13.0)	16 (13.0)	5 (17.9)
Strain/muscle rupture/tear	3 (4.8)	5 (5.1)	8 (5.0)	6 (4.9)	1 (3.6)
Tendinosis/tendinopathy	5 (8.1)	12 (12.1)	17 (10.6)	12 (9.8)	3 (10.7)
Bursitis	0 (0.0)	1 (1.0)	1 (0.6)	1 (0.8)	0 (0.0)
Nerve injury/spinal cord injury	1 (1.6)	0 (0.0)	1 (0.6)	1 (0.8)	0 (0.0)
Muscle cramps or spasm	2 (3.2)	2 (2.0)	4 (2.5)	1 (0.8)	2 (7.1)
Others	3 (4.8)	9 (9.1)	12 (7.5)	10 (8.1)	1 (3.6)

Data are presented as number of injuries and percentage (%).

†Information is missing for 47 injuries.

‡Information is missing for 32 injuries.

§Information is missing for 79 injuries.

¶Information is missing for 112 injuries (37 for position and 75 for type).

における性別の違いが報告されている。しかし、2003年に行われた世界選手権では男子が女子に比べて傷害発生率が高く⁸⁾、2004年のオリンピックでは女子が男子に比べて傷害発生率が高かったことが示されており³⁴⁾、一致した見解は得られていない。国家代表レベル以外では、性別での傷害発生の差はわずかであるとされる^{3,10)}。一方、膝前十字靭帯損傷¹²⁾や肩関節障害³⁵⁾など特定の傷害に限定すると、女子が男子に比べて発生率が高いことが示されている。その要因として、解剖学的要因や神経筋

的要因、ホルモンに関する要因が挙げられている^{12,35)}。さらに、ハンドボールにおける身体的負荷を調査した研究³⁶⁾によると、女子は男子に比べて試合中の走行距離が長く、攻守の切り替えが頻繁に行われ、最大酸素摂取量に対する相対的負荷がより多いことが示されている。本研究で、女子が男子に比べて傷害受傷割合が高かったことについて、女子特有の要因や、競技中に男子に比べてより身体に負荷がかかっていることなどが傷害発生に繋がっている可能性がある。

Fig. 1 Cause of injuries
Information is missing for 30 injuries.
*: $p < 0.05$

Table 5. Logistic regression analysis for occurrence of injuries

Independent variables	Unadjusted OR (95%CI)	p	Adjusted OR (95%CI)	p
Age	1.27 (1.13-1.44)	<0.001	1.25 (1.10-1.42)	0.001
Gender				
Male	Reference		Reference	
Female	1.43 (1.14-1.80)	0.002	1.48 (1.17-1.88)	0.001
Height	0.99 (0.98-1.01)	0.339		
Weight	0.99 (0.98-1.00)	0.223		
Handball experience	1.07 (1.02-1.11)	0.003	1.03 (0.99-1.08)	0.160
Player position				
Wing	Reference		Reference	
Back	1.44 (1.09-1.90)	0.011	1.42 (1.06-1.89)	0.017
Line	1.11 (0.79-1.55)	0.541	1.08 (0.77-1.52)	0.639
Goalkeeper	0.69 (0.49-0.99)	0.046	0.68 (0.47-0.98)	0.038
Training volume	1.02 (1.00-1.04)	0.050	1.01 (0.99-1.03)	0.181

OR, odds ratios; CI, confidence intervals.

傷害の重症度は、重症が約40%を占め、最も高い割合を示した。本研究は、IOCのinjury surveillance system³⁰⁾に準拠しているが、重症度の分類については一致した基

準が定められておらず、ハンドボールの傷害調査では「Minor: 1-7日」, 「Moderate: 8-21日」, 「Major: 22日以上」の定義を使用している研究が多い^{3,4,8,10,15,16)}。これ

らの研究によると, 重症度がMajorに分類される傷害は, 全体の5-36%であることが報告されている^{3,4,8,10,15,16)}. このことから, 本研究は先行研究に比べて重症度の高い傷害が多く発生していた. 本研究は, 対象者が過去1年以内の傷害について遡って質問紙に回答した. この場合, 想起バイアスの影響により重症度の高い傷害が報告されやすいことから³⁷⁾, 今後は縦断的な調査が必要であると考えられる.

傷害発生部位は, 外傷で足関節, 膝関節, 示-小指, 障害で下腿, 腰椎/下背部, 膝関節が高い割合を示した. 足関節および膝関節は, 年代や競技レベルに関わらずハンドボールにおける外傷好発部位とされる^{3,4,7-12)}. それは, 身体接触を伴いながらジャンプや着地, カッティング動作などを行う競技特性によるものだと考えられる. また, 示-小指も高い割合を示したことについて, 青年期の選手を対象とした先行研究^{28,38)}では, 手指の外傷発生が多いことを報告している. その原因としてキャッチやスローイングなどのボールを扱う技術の不足が指摘されていることから, 本邦の高校ハンドボール選手においても, 正しいキャッチ動作の習得, スローイングやドリブルなどを含めたボール技術の習得が重要であると考えられる. 性差を考慮すると, 男子, 女子ともに足関節および膝関節の外傷発生が多いが, 膝関節の外傷発生の割合は女子が男子の約2倍であった. これは, 先行研究^{11,12,14,15)}においても同様の結果が得られており, 女子は男子に比べて特に膝関節の外傷予防を施す必要があると考えられる. ポジション差を考慮すると, コートプレーヤー, ゴールキーパーともに足関節および膝関節が高い割合を示した. 障害については, 成人選手は肩関節, 腰背部, 膝関節^{4,28,29)}, 青年期の選手は膝関節および下腿^{10,28)}が主要な部位であり, 年代により障害好発部位が異なることが報告されている. 本研究は, 高校生を対象としたことから, 下腿の障害発生が多くなったと考えられる. 障害についてポジション差を考慮すると, コートプレーヤーは下腿が最も高い割合を示したが, ゴールキーパーは腰椎/下背部が最も高く, その割合はコートプレーヤーの約2倍であった. ゴールキーパーは, 得点を防ぐために素早い反射的な動作と脊柱の大きな動きを伴う不均等な荷重の着地動作が行われる³⁹⁾. これらの動作により腰椎/下背部に負担がかかり, 障害が多く発生した可能性がある.

傷害の種類は, 外傷で捻挫, 靱帯断裂, 骨折, 障害で疲労骨折, その他の骨損傷, 半月板/軟骨損傷の順であった. 先行研究^{3,4,7-10)}では, 外傷の種類は成人・青年期の選手ともに, 捻挫, 筋挫傷, 打撲が多く, 骨折や脱臼などは少ないと報告されている. 一方, 本研究と同様の傷害の定義 (time-loss injury) および調査方法 (横断研究) で本邦の大学女子ハンドボール選手を対象とした研究²²⁾によると, 傷害の種類は捻挫および靱帯断裂が多かった

ことを示している. しかし, 本研究と同様の傷害の定義および調査方法で行われたものの, チームの医療従事者が報告した調査⁹⁾では, 女子ハンドボール選手において傷害の種類は捻挫, 筋挫傷, 打撲の順に多かったことが明らかとなっている. 上述したように, 本研究の調査方法では想起バイアスの影響により重症度の高い傷害が報告されやすいことから³⁷⁾, 靱帯断裂や骨折の割合が高くなったと考えられる. 障害では, 疲労骨折が最も高い割合を示した. また, 下腿および腰椎/下背部が主要な障害発生部位であり, これらの部位における疲労骨折が発生していた. 本邦のスポーツ整形外科を受診した患者データを分析した研究⁴⁰⁾によると, 疲労骨折の年齢別発生頻度は高校1年生がピークとなり, その要因として急激な運動量の増加や骨の成長が挙げられている.

傷害の原因は, 約半数の傷害が他の選手との接触損傷を原因とした. ハンドボールは, 身体接触が許されている競技特性上, 選手同士の接触は頻繁に行われる⁴¹⁾. しかし, 不適切な接触や衝突は, 外傷発生の原因となることが報告されている^{4,10,28)}. ノルウェーの青年期の選手を対象とした傷害調査¹⁰⁾でも, 約半数が選手同士の接触により傷害が発生していた. トップレベルの成人選手では, 選手同士の接触による傷害発生は約60%に達すると報告されている^{8,27)}. 不適切な接触や衝突による傷害発生を予防するために, ルールの厳格化や受傷機転を明確にしていくことが必要であると考えられる.

傷害発生に関連のある項目として, 年齢, 性別・女子, ポジション・バックが傷害発生の増加と, ポジション・ゴールキーパーが減少と関連した. 年齢について, 年齢が1年上がることで傷害発生の増加との関連を認めたことから, 年齢の高い選手は傷害を有する割合が多いことが示された. また, 女子は男子に比べて傷害発生の増加との関連を示した. 上述したように, 性別による傷害発生について, 先行研究^{3,8,10,34)}では傷害全体に着目した場合, 国家代表レベル以外の性別による差はわずかであるとされる. 一方, 膝前十字靱帯損傷¹²⁾や肩関節障害³⁵⁾など特定の傷害に限定すると, 女子は男子に比べて発生率が高く, 性別が危険因子であることが報告されている. 加えて, 女子は男子に比べて競技中により多くの身体負荷がかかっていることが示されており³⁶⁾, これらの要因により女子は男子に比べて傷害発生の増加と関連したと考えられる. さらに, ポジションと傷害発生との関連について, ゴールキーパーに比べて他の3つのポジション (サイド・バック・ポスト) の選手の傷害受傷リスクが高いことが明らかとなっている^{4,7,9,11,12,15,27)}. ゴールキーパーは, ゴールエリアの中で1人でプレーするため他の選手との接触はほとんどないが, 他の3つのポジションでは選手との接触がある状態でプレーを行う. このことから, ゴールキーパーは傷害発生の少ないポジションで

あると考えられる。また、3つのポジションの中でもサイドは高い走力が求められるが、プレー中の接触回数は最も少ないとされる⁴¹⁾。一方、バックは攻撃時の起点となり、接触回数はサイドよりも多いことが報告されている⁴¹⁾。これらのポジション特性から、サイドに比べてバックのポジションは傷害発生の増加と関連を示したと考えられる。

本研究は、本邦の高校ハンドボール選手における傷害発生の実態を大規模な傷害調査から明らかにすることができたが、研究の限界として研究デザインが挙げられる。横断研究により対象者が傷害について遡って記入したことから、想起バイアスの影響により重症度の高い傷害が多く記録されたことが考えられる。また、ハンドボールを含めた球技においては、時間的な要素を考慮した傷害発生率を算出することが推奨されているが^{30,31)}、本研究では算出することができなかった。今後は、縦断的な調査を実施することで傷害発生率の算出が可能となり、先行研究との比較ができるようになると思われる。

また、傷害発生の関連項目について、独立変数（基本項目）が少ないことも本研究の限界である。特に、「既往歴」は先行研究において傷害発生に関わる要因として議論されている^{3,9,14)}。本研究では、対象者の負担を考慮して質問項目を調整する必要があったことから、既往歴については把握することができなかった。今後は既往歴も含めて傷害発生に関わる要因を増やして検討していく必要があると考えられる。

結 論

本研究は、本邦の高校ハンドボール選手における傷害発生の実態と傷害発生に関連する項目を検討することを目的とし、質問紙による調査を行なった。結果は以下のとおりである。

1. 国内の高校ハンドボール選手において、過去1年以内に傷害を有した対象者の割合は48.1%であり、性差の比較により女子が男子に比べて傷害有りの割合が有意に高かった。
2. 傷害発生部位は、外傷で足関節、膝関節、示-小指、障害で下腿、腰椎/下背部、膝関節が高い割合を示した。また、傷害の種類は、外傷で捻挫、靱帯断裂、骨折、障害で疲労骨折、その他の骨損傷、半月板/軟骨損傷が高い割合を示し、主な傷害の原因として他の選手との接触損傷が挙げられた。
3. 傷害発生に関連する項目として、年齢、性別・女子、ポジション・バックが傷害発生の増加と、ポジション・ゴールキーパーが減少と関連した。

以上のことから、本邦の高校ハンドボール選手においては、外傷予防として足関節および膝関節に加えて示-小指にも焦点を当てる必要があり、また障害予防として

下腿や腰椎/下背部の疲労骨折、その他の骨損傷に注意する必要がある。さらに、高校ハンドボール選手の中でも、年齢の高い選手や女子選手、ポジションがバックの選手は傷害発生の増加と関連があることから、これらを考慮した傷害予防策を施す必要があると考えられる。

謝 辞

本研究にあたり、多大なるご協力をいただきました公益財団法人全国高等学校体育連盟および公益財団法人日本ハンドボール協会医事委員会の皆様、大会に出場した選手および指導者の皆様に厚く御礼申し上げます。

利益相反自己申告：著者全員が利益相反はない。

著者貢献

著者SM, NY, TM, AT, SO, HSは、研究計画の立案、得られたデータの分析や解釈に十分な貢献がある。著者SMとTMは、データ収集およびデータ解析を担当した。著者YWとSNはデータの解釈および解析方法に批判的な吟味を行った。草稿は著者SMが担当した。すべての著者は、原稿を批判的にレビューし、修正し、投稿を承認した。

引用文献

- 1) INTERNATIONAL HANDBALL FEDERATION. <https://www.ihf.info>.
- 2) 公益財団法人日本ハンドボール協会. <http://handball.or.jp>.
- 3) Nielsen AB, Yde J. An epidemiologic and traumatologic study of injuries in handball. *Int J Sports Med* 9: 341-344, 1988. doi: 10.1055/s-2007-1025037.
- 4) Seil R, Rupp S, Tempelhof S, Kohn D. Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. *Am J Sports Med* 26: 681-687, 1998. doi: 10.1177/03635465980260051401.
- 5) Backx FJG, Beijer HJM, Bol E, Erich WBM. Injuries in high-risk persons and high-risk sports. *Am J Sports Med* 19: 124-130, 1991. doi: 10.1177/036354659101900206.
- 6) Wedderkopp N, Kaltoft M, Holm R, Froberg K. Comparison of two intervention programmes in young female players in European handball-with and without ankle disc. *Scand J Med Sci Sports* 13: 371-375, 2003. doi: 10.1046/j.1600-0838.2003.00336.x.
- 7) Jørgensen U. Epidemiology of injuries in typical Scandinavian team sports. *Br J Sports Med* 18: 59-63, 1984. doi: 10.1136/bjsm.18.2.59.
- 8) Langevoort G, Myklebust G, Dvorak J, Junge A. Handball injuries during major international tournaments. *Scand J Med Sci Sports* 17: 400-407, 2007. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00587.x.
- 9) Wedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Injuries in young female players in Eu-

- ropean team handball. *Scand J Med Sci Sports* 7: 342-347, 1997. doi: 10.1111/j.1600-0838.1997.tb00164.x.
- 10) Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury pattern in youth team handball: a comparison of two prospective registration methods. *Scand J Med Sci Sports* 16: 426-432, 2006. doi: 10.1111/j.1600-0838.2005.00484.x.
 - 11) Myklebust G, Maehlum S, Engebretsen L, Strand T, Solheim E. Registration of cruciate ligament injuries in Norwegian top level team handball. A prospective study covering two seasons. *Scand J Med Sci Sports* 7: 289-292, 1997. doi: 10.1111/j.1600-0838.1997.tb00155.x.
 - 12) Myklebust G, Maehlum S, Holm I, Bahr R. A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scand J Med Sci Sports* 8: 149-153, 1998. doi: 10.1111/j.1600-0838.1998.tb00185.x.
 - 13) Powell JW, Barber-Foss KD. Sex-related injury patterns among selected high school sports. *Am J Sports Med* 28: 385-391, 2000. doi: 10.1177/03635465000280031801.
 - 14) Myklebust G, Holm I, Maehlum S, Engebretsen L, Bahr R. Clinical, functional, and radiologic outcome in team handball players 6 to 11 years after anterior cruciate ligament injury: a follow-up study. *Am J Sports Med* 31: 981-989, 2003. doi: 10.1177/03635465030310063901.
 - 15) Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med* 13: 71-78, 2003. doi: 10.1097/00042752-200303000-00002.
 - 16) Wedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 9: 41-47, 1999. doi: 10.1111/j.1600-0838.1999.tb00205.x.
 - 17) Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scand J Med Sci Sports* 13: 299-304, 2003. doi: 10.1034/j.1600-0838.2003.00329.x.
 - 18) 李 瑛美, 中川武夫, 三浦隆行: ハンドボール競技選手のスポート傷害と傷害後の受診行動に関する調査研究-第1報日・韓における傷害の実態-, 体力科学, 47: 517-524, 1998. doi: 10.7600/jspfsml949.47.517.
 - 19) 西村明展, 加藤 公, 福田亜紀, 中空繁登, 伊東直也, 貝沼圭吾, 須藤啓広: 女子日本ハンドボールリーグ所属チームの病院カルテベースでの傷害調査, 日本臨床スポーツ医学会誌, 25: 445-449, 2017.
 - 20) 加藤 公, 内田淳正, 藤澤幸三, 富田良弘, 森川丞二, 高北久嗣, 松田和道, 河野卓也: ハンドボール全日本男子選手の外傷・障害と予防対策-体力測定とメディカルチェックからの検討, 整形外科, 50: 117-120, 1999.
 - 21) 佐久間克彦, 宮本和彦, 國武克彦, 平山征吾: ハンドボール全日本女子の外傷・障害について, 九州・山口スポーツ医・科研究会誌, 12: 46-49, 2000.
 - 22) 森口哲史, 岡本研二, 川合武司, 小林 徹, 金子元彦: スポーツ選手の傷害について-女子ハンドボール選手
 - の傷害調査から, 茨城大学教育学部紀要 教育科学, 48: 107-120, 1993.
 - 23) 花岡美智子: 大学女子ハンドボール選手における傷害発生状況とその発生要因について, 東海大学紀要 体育学部, 37: 85-89, 2007.
 - 24) 平子大喜, 新井翔太, 船木浩斗, 押村果奈, 清水卓也, 渡邊丈真: 大学生ハンドボールチームにおける板張りの体育館と土のグラウンド間での練習回数の損失をもたらす外傷発生率の差異, 中京大学体育学論叢, 59: 15-24, 2018.
 - 25) 大嶺 啓, 池間康成, 金谷文則, 高良宏明, 嘉手川 啓, 城田真一, 上里智美: 沖縄県小中高生ハンドボール選手のスポート外傷・障害, 日本臨床スポーツ医学会誌, 14: 8-12, 2006.
 - 26) 簗戸崇史, 飯出一秀, 早田 剛, 松浦由佳, 前田誠一, 三瀬貴生: 高校男子ハンドボール競技における外傷・障害調査報告, 環太平洋大学研究紀要, 12: 289-294, 2018. doi: 10.24767/00000584.
 - 27) Bere T, Alonso JM, Wangenstein A, Bakken A, Eirale C, Dijkstra HP, Ahmed H, Bahr R, Popovic N. Injury and illness surveillance during the 24th Men's Handball World Championship 2015 in Qatar. *Br J Sports Med* 49: 1151-1156, 2015. doi: 10.1136/bjsports-2015-094972.
 - 28) Moller M, Attermann J, Myklebust G, Wedderkopp N. Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach. *Br J Sports Med* 46: 531-537, 2012. doi: 10.1136/bjsports-2012-091022.
 - 29) Giroto N, Hespanhol Junior LC, Gomes MRC, Lopes AD. Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports* 27: 195-202, 2017. doi: 10.1111/sms.12636.
 - 30) Junge A, Engebretsen L, Alonso JM, Renstrom P, Mountjoy M, Aubry M, Dvorak J. Injury surveillance in multi-sport events: the International Olympic Committee approach. *Br J Sports Med* 42: 413-421, 2008. doi: 10.1136/bjsm.2008.046631.
 - 31) Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, Hagglund M, McCrory P, Meeuwisse WH. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med* 40: 193-201, 2006. doi: 10.1136/bjsm.2005.025270.
 - 32) 郷式 徹: クロス集計表に対する統計分析の手法: χ^2 検定とFisherの直説法および残差分析と多重比較による下位検定, 心理科学, 28: 56-66, 2008. doi: 10.20789/jraps.28.2_56.
 - 33) Luig P, Krutsch W, Nerlich M, Henke T, Klein C, Bloch H, Platen P, Achenbach L. Increased injury rates after the restructure of germany's national second league of team handball. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 26: 1884-1891, 2018. doi: 10.1007/s00167-018-4851-4.
 - 34) Junge A, Langevoort G, Pipe A, Peytavin A, Wong F, Mountjoy M, Beltrami G, Terrell R, Holzgraefe M, Charles R, Dvorak J. Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *Am J Sports*

- Med* 34: 565-576, 2006. doi: 10.1177/0363546505281807.
- 35) Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *Br J Sports Med* 51: 1073-1080, 2017. doi: 10.1136/bjsports-2016-096226.
 - 36) Michalsik LB, Aagaard P. Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *J Sports Med Phys Fitness* 55: 878-891, 2015.
 - 37) Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries—a methodological approach. *Br J Sports Med* 37: 384-392, 2003. doi: 10.1136/bjsm.37.5.384.
 - 38) Mónaco M, Rincón JAG, Ronsano BJM, Whiteley R, Sanz-Lopez F, Rodas G. Injury incidence and injury patterns by category, player position, and maturation in elite male handball elite players. *Biol Sport* 36: 67-74, 2019. doi: 10.5114/biolSport.2018.78908.
 - 39) Tunås P, Nilstad A, Myklebust G. Low back pain in female elite football and handball players compared with an active control group. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 23: 2540-2547, 2015. doi: 10.1007/s00167-014-3069-3.
 - 40) 内山英司. 疲労骨折の診断と治療, 臨床スポーツ医学, 文光堂, 東京, 92-98, 2003.
 - 41) Karcher C, Buchheit M. On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sport Med* 44: 797-814, 2014. doi: 10.1007/s40279-014-0164-z.