

[総説]

ネットワークアプローチによるラグビー傷害の連鎖構造

Chain structures of repeated serious injuries on female rugby by network approach

佐々木 康* 岩 渕 健 輔** 渡 辺 一 郎***
山 本 巧**** 椿 原 徹 也*** 宮 崎 善 幸*****
中 山 光 行** 佐 藤 晴 彦***** 勝 田 隆*****
河 野 一 郎*****

Koh SASAKI* Kensuke IWABUCHI** Ichiro WATANABE***
Takumi YAMAMOTO**** Tetsuya TSUBAKIHARA*** Zenko MIYAZAKI*****
Mitsuyuki NAKAYAMA** Haruhiko SATO***** Takashi KATSUTA*****
Ichiro KONO*****

Abstract

This paper uses network analysis to understand the annual injury and anxiety situation of domestic female rugby players during the COVID19 pandemic (2020–2021). Many injuries have been reported in female athletes, but the cause of play occurs not only during physical contact by tackles but also during running without physical contact. Head injuries were also reported in boys as well. Some athletes compete while continuing long-term treatment for knees and ankles. As for the repeated injuries throughout the year, it is reported that about 40% of athletes who are injured once again are injured a second time, and about 40% of athletes who are injured twice are injured for the third time. Network analysis revealed structures with multiple chronic symptoms (head, shoulders, knees, ankles). The structure in which multiple parts are injured in a single play and the structure in which the same part is repeatedly injured in one year are clarified. Some athletes have suffered concussions after knee injuries. As a negative injury chain structure, it has been discussed that physical safety management techniques for protecting the head are inferior due to insufficient recovery of knee function.

1 序

ラグビーは対人衝突型チームスポーツ (collision sport)

であり、競技中の重傷傷害についての実証的研究が行われている (Fuller et al., 2007; Silver, 2002; Quarrie et al., 2020)。ユース世代の男子選手を対象とした14年間

* 名古屋大学
** 日本ラグビーフットボール協会
*** 東京都市大学
**** 防衛大学校
***** 立正大学
* 聖隷三方原病院
** 東海大学
*** 筑波大学
* Nagoya University
** Japanese Rugby Football Union
*** Tokyo City University
**** National Defense Academy
***** Rissyo University
* Seirei Mikatahara General Hospital
** Tokai University
*** Tsukuba University

の縦断的研究では、経験年数が少ない選手が重傷を負うことが多いことが明らかにされている (Sasaki et al., 2020)。一方、女子選手の傷害に関する実証的研究は少ない (Sasaki et al., 2017; Manning et al., 2020; Abuín-Porrás et al., 2020)。女子選手の体格は拡大し、プレー機会も増え (Tucker et al., 2017)、2021年の東京オリンピックまでの10年間で日本の女子選手の競技人口は倍増した (Japanese Rugby football Union, 2020)。フランスの女子選手の競技人口は、2010年代初頭から毎年40%増加しているとの報告もある (Cherman et al., 2014)。Shelborne (2020) は、女性選手は膝を受傷する頻度が比較的高く、また膝の手術は回復に時間を要することを示唆している。近年では女子選手の重傷も報告されている。ある研究によると、女子選手の脳震盪からの回復期間は男性選手よりも長かった (Cherman et al., 2014)。女子ラグビー選手の脳震盪を含む重傷の発生構造を理解することは喫緊の課題である。傷害予防の観点からは、慢性症状との関係が重要かもしれない。傷害を単一の現象ではなく、以前の (慢性) 症状と、受傷が短期間に繰返される連鎖状況のネットワークとして理解することの有用性が議論されている (Iverson, 2019)。このアプローチは、人間の行動を理解するために多くの実践科学分野で開発されてきたものである。生物学的アプローチには、スポーツ傷害の原因に関する議論が含まれる (Sasaki et al., 2022; Suzuki, 2017)。運動誘発性疲労時の生理学的パラメータのいくつかのコア要因が明らかにされ、ひとの健康のためのリスク管理に関する考察もある (Pereira et al., 2015)。本研究では、2020-2021年における日本の女子選手の傷害状況調査から、脳震盪などの重傷傷害の連鎖構造をネットワーク分析により理解するアプローチや背景を深耕することである。対象は、日本ラグビーフットボール協会に登録している16歳以上の女子選手で、研究内容を理解し、無記名アンケート方式に自由意志で参加することに同意した選手である。

2 本論

2.1 衝突型チームスポーツ Collision sport の傷害状況

302名 (日本ラグビーフットボール協会に登録する16歳以上の女子選手1,313名中23% : 平均年齢 = 19歳 : ラグビー経験4年以上65%、週10時間以上の練習時間21%、代表・アカデミー経験者22%) から回答を得た。Figure. 1は匿名調査の回答者の概要である (2021.6.1-6.30, ex4y-; ラグビー経験4年以上、pra10h-; 週10時間以上の練習時間、posi-pts; 過去1年間のポジティブシンキングスケール (最大値5ポイント)、pra-suf; 過去1年間の練習と試合の十分な達成度スケール (最大値5ポイント、Select;

代表選出またはアカデミー選出経験の有無)。93%はCOVID-19の影響下、ラグビーすることについて「肯定的思考」(スケール3、4、5)を持っており、7%は「ほとんど肯定的思考になれない」と回答した。40%は、COVID-19禍のパンデミック以前と比較して、練習・試合の十分な状態を達成できなかったと回答した。175人の選手 (全体の約60%) が過去1年間に複数回の受傷を報告した (部位: 足首/足 (32%): 膝 (24%): 肩/鎖骨 (18%): 頭部/顔面 (17%)、症状: 靭帯損傷 (41%): 骨折/骨損傷 (19%): 筋損傷 (18%): 脱臼 (14%): 脳震盪 (12%))。プレーの原因は、タックルして/タックルされて (59%)、衝突なしのランニング中 (27%)、その他の衝突 (13%)、ブレイクダウン (複数人数でのボール争奪状態でありラック・モールを総称したもの: 10%) であった。25%が手術を必要とした。過去1年間に2回以上受傷した選手は72人 (42% : 72/172) である。受傷部位は、足首、手、頭、肩、太腿、膝など1回目より広範囲に及ぶ。2回目の受傷は大部分が靭帯損傷 (最初の症状と同様) であり、次いで筋損傷、脳震盪、脱臼、骨折である。脳震盪は14%と報告された。プレーの原因は、タックルして/タックルされて (59%)、衝突なしのランニング中 (20%)、その他の衝突 (21%)、ブレイクダウン (8%) で、10%は手術を要した。過去1年間に3回目以上受傷した選手は35% (: 25/72)、2回の受傷者 (72/172) は42%、3回の受傷者 (25/72) は35%と、繰り返しの受傷率は約40%となる。部位と症状は、足首、手、肩 (靭帯損傷、脱臼、骨折など)、頭 (脳震盪)、太腿、膝である。5%が手術を必要とした。39% (119/302) は、慢性的な痛みや不安があると回答し、最も一般的な部分は、膝 (24%)、足首 (22%)、肩 (15%) であった。全回答者の比率は、膝が10%、足首が9%、肩が6%である。

Table. 1は、最初の受傷から回復するまでの平均日数を示したものである。プレーに戻るための平均日数は、脳震盪が30日、頭部/顔面の骨折が65日、頸椎損傷が177日である。長期回復期間を要した他の部位は、足首 (靭帯、神経、骨折)、膝 (靭帯、骨折)、腰椎、肩 (脱臼) である。

Figure. 2は、1年間に繰り返された傷害が時系列で示される。紙面の都合上、頭部を一回目に受傷した事例のみである。十分な回復期間がとれない状況で受傷を繰り返すケースや、一度に複数の重傷を負い、回復に長時間を要した事例がある。頭部外傷からの回復には十分な期間が必要であるが、脳震盪後に再び脳震盪や頸部の受傷を短期間に繰返したとの回答もある。肩や膝の治療中の選手や、肩などを長期間負傷している選手など、さまざまなケースが報告された。一部の選手は膝の

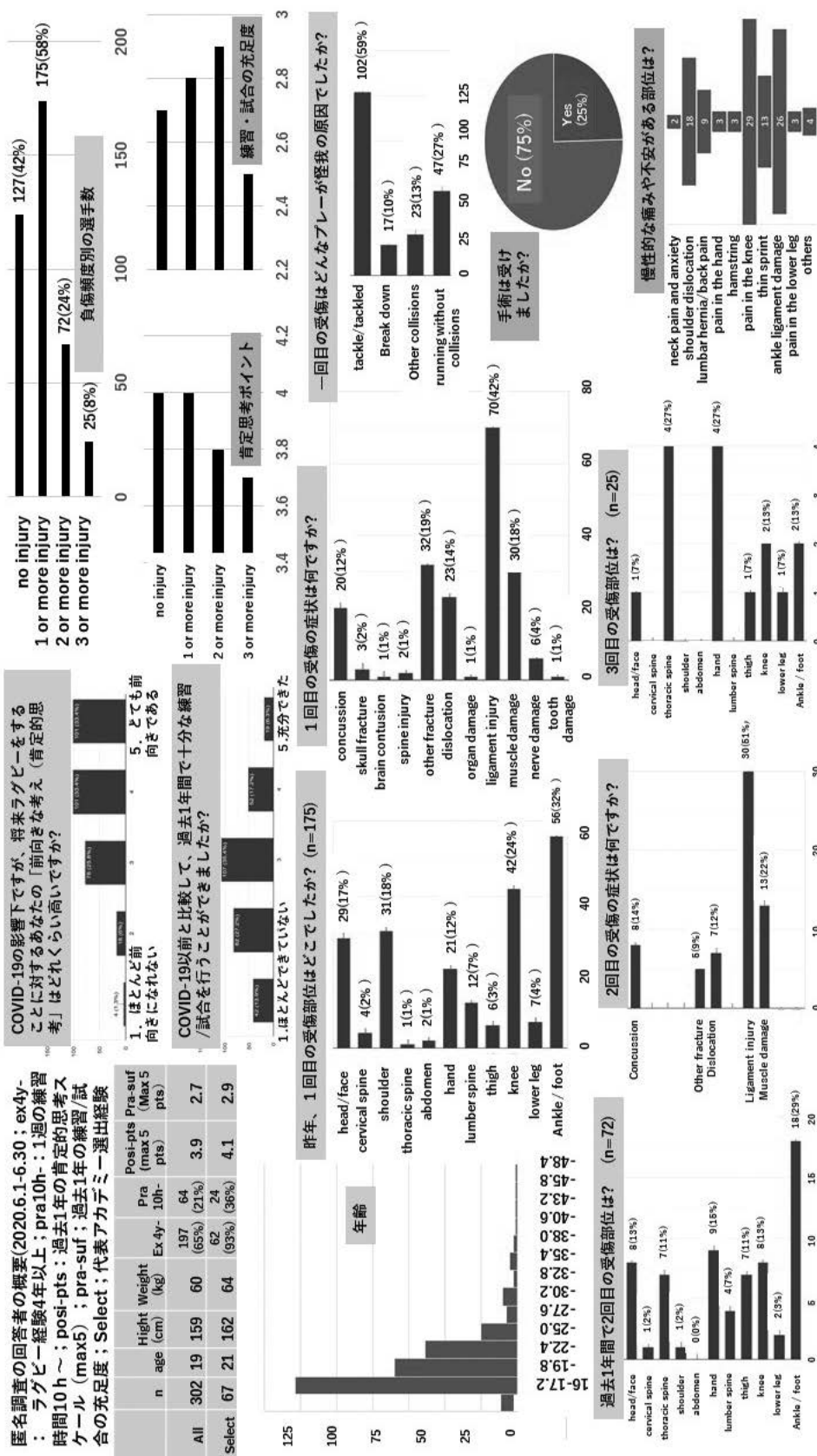


Figure 1. Overview of respondents in anonymous survey (2021.6.1-6.30; ex4y-; rugby experience 4 years or more, pra10h-; practice hour 10 hours or more in a week, posi-pra; positive thinking scale in past one year, the maximum value is 5 points, pra-suf; sufficiency of practice and game in past one year. Select; experienced in selecting representatives or academies.

Table 1. Average days to recovery from the first injury in Japanese women rugby players 2020–2021 (ex4y-; rugby experience 4 years or more, pra10h-; practice hour 10 hour or more in a week, posi-pts; positive thinking scale in past one year, the maximum value is 5 points, pra-suf; sufficiency of practice and game in past one year. Select; experienced in selecting representatives or academies).

part	symptoms	n	caused play	surgery	avg. days to return to play	height	weight	age	ex4y-	Pra 10h-	posi-pts	pra-suf	Select
head/ face	concussion	21	tkl=15	0	30(1~90)	161	62	19	13	4/21	3.9	3	6/21
	fracture	6	tkl=4	4	65(14~200)	158	57	17	5	4/6	4.2	2.5	2/6
	muscle damage	2	tkl=2	0	5(3~7)	159	62	17	5	2/2	4.5	3.5	0/2
spine	Cervical spine injury	5	tkl=2	2	177(7-360)	158	58	23	3	2/4	3.5	2.5	1/5
shoulder	dislocation	17	tkl=15	9	132(10~240)	160	62	19	16	9/17	4.1	2.4	3/17
	muscle damage	4	tkl=4	0	25(14~30)	157	62	16	2	2/4	3.5	3.5	0/4
	fracture	4	tkl=2	2	90(30~210)	158	58	18	3	3/4	4	2.5	0/4
	ligament injury	3	tkl=3	0	45(30~60)	158	61	19	2	0/3	4.0	3	0/3
abdomen	organ damage	2	tkl=1	1	60(NA-60)	159	61	22	2	1	4	2.5	1/2
lumber spine	spine injury	4	tkl=3 run=2	0	56(10-150)	164	64	21	4	2	4	3.75	3/4
	fracture / nerve injury	3	tkl=2 run=1	0	155(45-360)	157	60	19	3	0	4	2.3	0/3
Thoracic spine	fracture	1	tkl=1	0	14	162	57	17	1	1	4	2	1/1
hand	fracture	8	tkl=4	4	41(14-60)	158	57	18	6	1	3.9	3.1	0/8
	ligament injury	2	tkl=1	0	37(14-60)	150	50	33	0	0	3.5	2	0/2
	muscle damage	1		0	3	158	60	16	1	1	4	4	0/1
	dislocation	1	tkl=1	0	UT	156	58	18	1	0	5	2	1/1
thigh	muscle damage	4	run=4	0	82(28-180)	166	64	21	2	2	4.3	4	1/4
knee	ligament injury	21	tkl=12 run=11	15	178(30~360)	161	66	20	15	8/21	4	2.57	11/21
	muscle damage	4	tkl=3 run=1	1	83(14~270)	160	58	17	4	1/4	3.5	3	1/4
	fracture	3	tkl=2 run=1	0	75(60~90)	157	63	22	2	2/3	3	1.7	1/3
	dislocation	2	tkl=1 run=1	0	90	158	55	18	1	1/1	4	2	0
lower leg	muscle damage	4	run=3	0	62(7-120)	163	65	18	3	2	4.8	3.3	2/4
	ligament injury	2	run=2	1	180(60-300)	158	58	21	2	2	4	2.5	2/2
ankle / foot	ligament injury	32	tkl=16 run=8	1	49(1-360)	158	60	18	19	12	3.9	2.8	7/32
	muscle damage	5	tkl=3 run=1	0	53(7-180)	155	58	18	4	1	4.2	3.2	0/5
	fracture	4	tkl=1 run=3	1	187(14-180)	162	60	20	3	0	4	3	2/4
	nerve injury	1	tkl=1	1	UT_730	158	64	17	1	0	3	3	1/1
	dislocation	1	tkl=1	0	90	167	67	16	1	0	4	2	0/1

治療が長引いており、また膝の治療が十分に回復する前に、再び膝や他の部位を損傷したとの報告もある。

ネットワーク分析により、慢性症状による反復傷害の連鎖構造理解を試みたのが Figure. 3左グラフである。黒の細いカーブ矢印は傷害のすべての接続を示し、グレーの太いカーブ矢印は3つ以上の強い接続構造を示している。傷害のつながりが多い部分は黒の太丸を追加した。膝、足首、肩は、慢性症状のある女子選手が2回目まで繰り返し受傷していたことが理解できる。ネットワークグラフは慢性症状と各受傷段階(第1、第2、第3)に複数の部分がある構造を示した。繰り返される頭

部外傷、または膝または足首損傷の後の頭部外傷がある。繰り返し受傷ネットワークのコア機能を明らかにするために、ネットワーク中心性分析を実行した(Figure. 3右表)。本研究では、媒介中心性、密度中心性、固有ベクトル中心性を用いた。その結果、女子ラグビー傷害では、一回目の受傷は膝、足首(慢性症状)、頭部、肩、膝、足首であり、2回目の受傷は足首(第2回目の受傷)が、女子ラグビー選手の中心的部位であることが示唆された。

Figure. 4は慢性症状、疼痛および不安の共起ネットワークである(記述的分析、A; 全体、B; 傷害なし、

ネットワークアプローチによるラグビー傷害の連鎖構造

複数回の怪我発生から回復期間

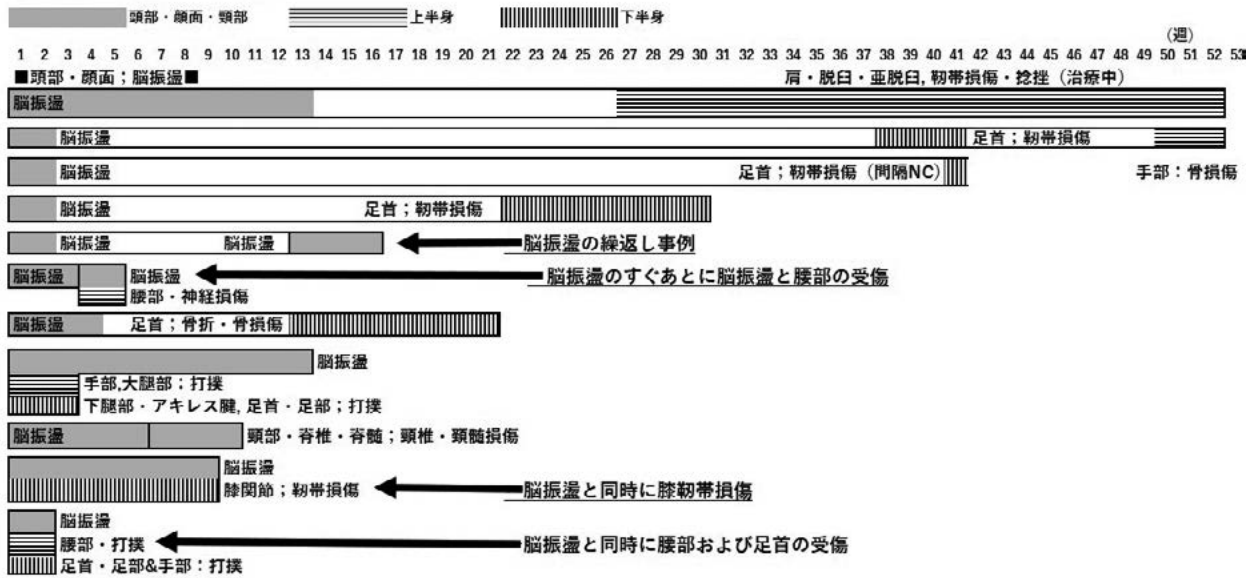


Figure 2. Repeated injuries in one year in chronological order (Due to space limitations, recovery time for first head injury and the chain injuries.

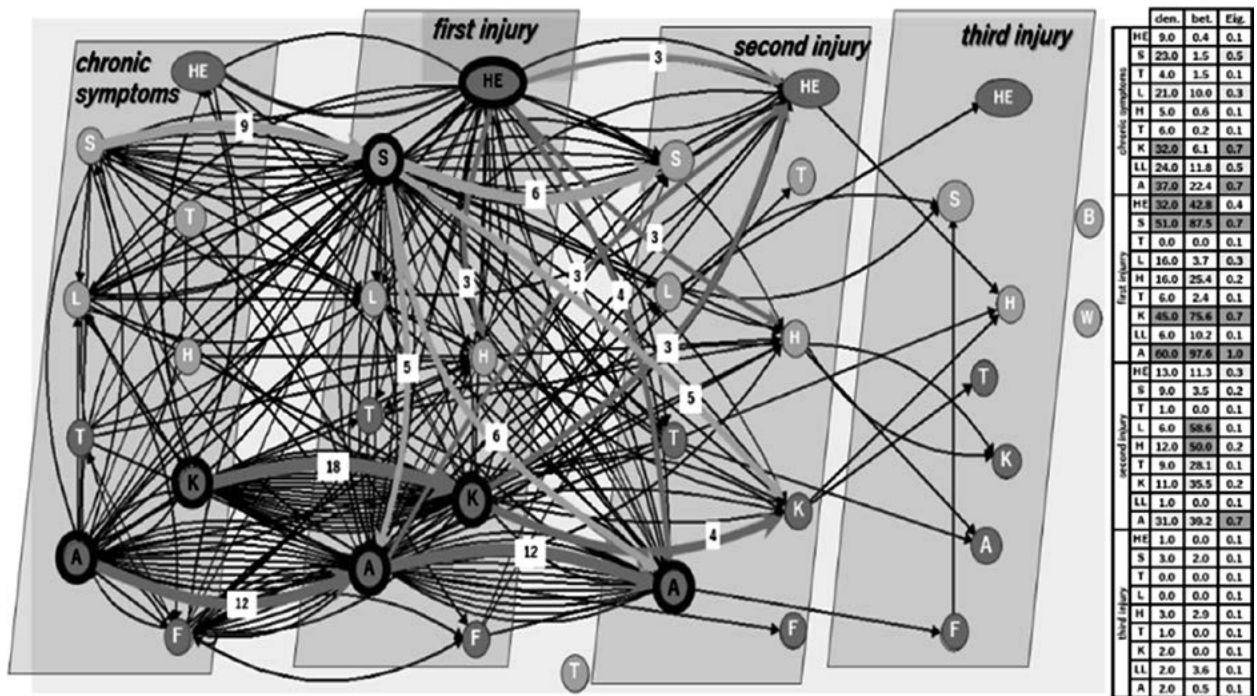


Figure 3. Network structure from chronic symptoms to 1st, 2nd, and 3rd injury of Japanese female rugby players in 2020–2021 and the network centrality values (HE; head/face, S; shoulder, T; thoracic vertebra, L; lumbar vertebra, H; hand, T; thigh, K; knee, A; ankle, F; foot, den.: density centrality, bet.: betweenness centrality, eig.: eigenvector centrality. Top 3rd, 4th to 6th, 7th to 9th).

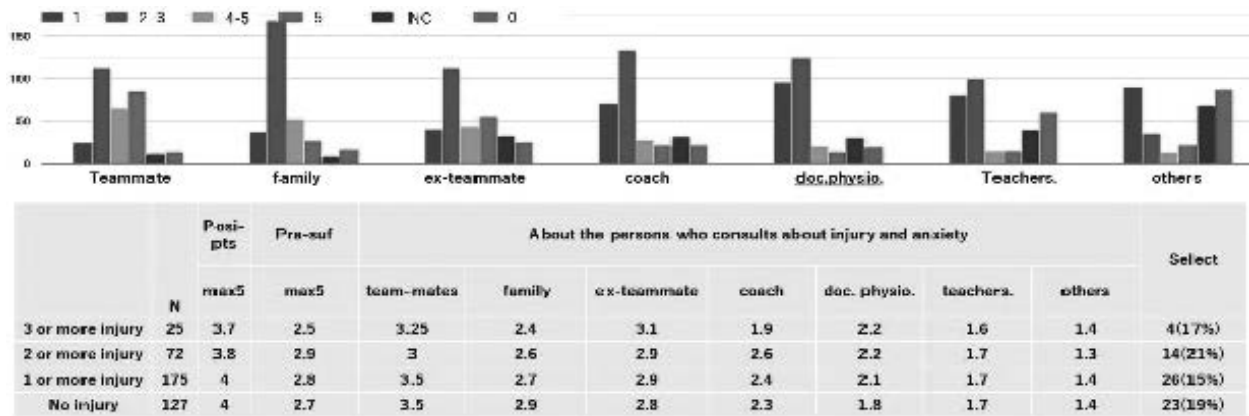


Figure 5. the numbers of persons who consults about injury and anxiety (doc. tor.; doctor or physio-therapist, teachers)

あった。また10名中3名が膝の負傷後に脳震盪を受傷した事実は、膝の機能の回復が不十分で頭部を保護するための身体能力（技術、スピード）が劣っているという負の傷害連鎖構造を示唆する。頭部の安全管理に関する最近の研究が予防に寄与するかもしれない。タックルの高さを胸より下に限定するルール導入が、頭や顔への影響が軽減される可能性がある (Tierney et al., 2018)。ただし、「頭を下げた危険な姿勢（首を曲げた状態）」や「頭を相手の体と地面に挟んで倒れる姿勢」を避けるなど、正しいスキルを持たない選手は頭部インパクトが大きくなる (Davidow et al., 2018)。タックルするときには頭を下げすぎないことが重要である。膝や下半身の十分な筋力が総合的な安全スキルをサポートするのかもしれない。また危険なタックルの正しいレフリングはゲーム内で59%にどどまっていたとの報告もある (Brown et al., 2018)。エリート（シニア）世代では男女ともに体重の増加が高止まっているが、女子リーグラグビーでは1試合あたり14回以上の頭部衝突（合計）など、危険な状況が常に潜んでいる (King et al., 2018)。脳震盪の病歴のあるラグビー選手は、下肢の筋肉や骨格の損傷を負う可能性が2倍以上に高まるともいわれる (Hunzinger et al., 2021)。脳震盪は安全なプレー行使に悪影響を及ぼすのであろうか？タックルでの頭部衝突を回避するための視覚情報処理または反応行動トレーニング (Pfaff et al., 2018) や、オープンスキル（意思決定システム）の反応時間を短縮する研究 (Formenti et al., 2021) などとも有用かもしれない。若い女子選手の視力トレーニング効果のような認識能力を開発する具体的なアプローチも注目される (Formenti et al., 2021)。

ラグビーコードの1つであるオーストラリアンフットボールの傷害研究では、女性の手、足首、膝の負傷率が高くなっている (Gill et al., 2021)。肩の怪我は、足首

と膝に次いで女子選手で3番目に多い部位である。上半身の受傷の中で、近年臓器損傷が報告されている。プレーが高強度化するに従い、胸部と腹部（内臓）を保護するためのスキルとトレーニングが必要になる。訓練を受けた女子選手は、運動をしていない女性よりも腹直筋の筋肉量が厚くなるという報告がある (Abuín-Porras, B. et al., 2020)。身体接触のないランニング中の膝と足首の受傷は、女子では比較的一般的である。この調査での最も多い受傷部位は足首である。一部の選手は長期治療中でプレーしている (Figure. 3)。慢性症状における共起ネットワークは、Figure. 3および Figure. 4に見られるように、損傷と何らかの関係があることを示唆した。慢性症状は、全身の他の受傷を予防するために改善する必要があるだろう。

2.3 コンディショニング・マネジメント

現在、コンディショニングマネジメントとして多くの議論がある。水分補給について「ランニング学会の見解:マラソンレース中の適切な水分補給について」(2013改訂)をみる。そこにはレース中の水分補給に関する誤解として「レース中に水を飲むなという誤解」、「レース中には出来るだけ多くの水を飲めという誤解」、「マラソンや駅伝での疲労困憊アクシデントの原因がすべて「脱水」という誤解」などが述べられる。レース中の水分補給の適量とは、競技環境と競技者個人特性の発汗量（速度、体形、気象条件）を参照に、「喉の渇き」に応じた水分補給をおこなうこととされる。全米アスレティックトレーナーズ協会も「喉が渴いたら飲む」(‘Drink to thirst’)を公式声明としている (McDermott, 2017)。補給水の成分については2020東京五輪に向けて4年を費やした酷暑対策研究の成果として、個人の発汗特性(カリウム、ナトリウム成分比率)を考慮し、マグネシウム、

カルシウム、ビタミン等配合、更に安静時用のアイソトニック飲料（安静時の体液と同じ浸透圧で糖質も含まれる）、運動時用のハイポトニック飲料（安静時より低い浸透圧）が開発され選手に使用された。一般化が待たれるところである。

急性傷害へのアイシングは回復を妨げるという結果が報告されている。アイシングの長期的効果は不明なことが多く、ほぼ炎症反応の抑制のために用いられるが、アイシングによって損傷筋を貪食する炎症性マクロファージの到着が遅れ、さらに損傷筋細胞内に十分に入り込まないことが明らかにされている。ただしマクロファージが過剰になる場合もあることからクライオセラピー（超低温アイシング）が使用される事実もある。いずれにしても炎症はハードワーク後の身体の中で起こる正常な回復過程であり組織再生にとって重要であり、アイシングによる炎症抑制は再生を阻害する可能性を認識する必要がある（Kawashima et al., 2021）。急性傷害時の救急対策でもアイシングを除くアプローチが進んでいる（Dubois and Esculier, 2020; Malta, Dutra, and Broatch, 2021）。いわゆる RICE から PEACE & LOVE になり Icing は除かれ、MLB のピッチャーや NBA 選手でも試合や練習後のアイシングはおこなわれないことも多い。また熱中症予防の暑熱対策とは異なるものである。

紫外線は身体へのマイナス面が強調されるが、紫外線暴露による、人間が合成できる唯一のビタミンであるビタミン D の機能は骨形成に重要である（Bouillon et al., 2022）。1980年代から、日照量が少ない地域ほど大腸癌、乳癌発生が高いことが明らかにされてきた。現在は高血圧改善、動脈硬化予防、自己免疫疾患、感染症予防に関与するとされる。血液中のビタミン D は免疫力向上にも寄与する。冬季インフルエンザ流行期の摂取は発症率を50%減じたという報告もある。ガラス越しの暴露は産生されず、日中30分程度の散歩で手の甲だけの暴露で産生に寄与する（Hertig-Godeschalk, 2022）。ビタミン D にはインフルエンザワクチン接種より予防率は高く、COVID-19に対しても、ビタミン D 不足は、感染率と摂取との関係は議論されている（Martineau, 2022）。ビタミン D が COVID-19感染の関連リスクを軽減できるかどうか、米国の退役軍人集団での研究によると、ビタミン D₂ と D₃ の補充が COVID-19感染のそれぞれ28%と20%の減少と関連した。COVID-19感染から30日内死亡率は、同様にビタミン D₃ で33%、ビタミン D₂ で25%低かった。ビタミン D の血中濃度を制御した後、ビタミン D の投与量が多い退役軍人は、投与量が少ない退役軍人よりも補給から大きな利益を得た。ビタミン D の血中濃度が 0~19 ng/ml の退役軍人は、補給後に COVID-19感染の減少を示した。黒人の退役軍人は、白人の退役軍人より

もサプリメントを摂取することで、関連する COVID-19 リスクを大幅に軽減した。ビタミン D は、安全で広く利用可能で手頃な価格の治療法として、COVID-19パンデミックの重症度を軽減するのに役立つ可能性があると考えられる（Gibbons, 2022）。

運動後に行われるアクティブリカバリーすなわち有酸素系運動は運動部位への血流促進、酸素供給増加で、受動的回復よりも回復に適し、競技後の積極的な回復に利点があると報告される。多くの研究者は乳酸の除去を回復の主要な指標として使用しており、これは回復の強化と以前のレベルでのパフォーマンスを繰り返す能力の有効な指標ではないという考えもある。NBA 等では、筋肉および内臓を完全に休ませる時間を練習や試合直後に設計することがリカバリーとして実践されている。ストレッチングは頻繁に使用される回復手段であるが、回復としてのストレッチングの有効性は絶対的ではないといわれる（Barnett 2006; Vaile et al., 2010）。

COVID-19のパンデミック時に不安や概日リズム障害の有病率が増加している。概日リズム障害は、特性および状態不安の増加と関連している（Boiko, 2022）。脳がコントロールする生体時計、概日リズム（Circadian rhythm）は地球周期（24h）よりやや長め生体時間周期（24.5h）を視交叉上核（suprachiasmatic nucleus; SCN）で調節する。朝の日光で目覚める（光情報感受）視交叉上核の細胞は、体内から取り出され外界からの刺激がない状態で培養されても、独自の自由継続リズム（free-running rhythm）を何年間も刻み続ける。視交叉上核は日長の情報を網膜から受け、他の情報と統合し、松果体（pineal gland）へ送信しているらしい。松果体は応答ホルモンであるメラトニン（melatonin）を分泌する。メラトニン分泌は夜間に高く、眠気を誘引、昼間には低い。朝、体温が上昇するときしっかりと目覚めると地球周期に戻る（リセット）が、体温最低の夜間に光を多く受けると体内周期は延びてしまい、リセットできない。1-5歳のメラトニン分泌最大期にメラトニンシャワーを受け人間は成長する。周期が地球の自転より1時間ずれるのは、季節変動による昼夜時間変化に適応するためと考えられる。ずれは食事時間や仕事のスケジュール管理という社会的要素や定期的な身体運動で調節可能である。サーカディアン存在は18世紀後半、オジギソウが光りの入り込まない暗い場所でも開閉することから発見された生物時計とも呼ばれる。フランス天文学者ド・マイランの報告である。人間のリズム存在はドイツの生理学者ユンゲル・アショブによる。人間本来のリズムに反する行動は変調をきたす原因になる可能性がある（Lane et al., 2023）。時差を日常的に受ける職業従事者は視交叉上核が混乱し、リセットできず、海馬がしばむ可能性があ

り、乗務後の十分な回復が必要とされる。多くの若年世代の競技者は、過度なハードワークで疲労からの回復が難しい状況に陥り、結果として早期バーンアウト、早期競技離脱を引き起こしている可能性が高い (Romdhani, et al., 2022)。

Seshadri (2019) は様々なウェアラブルツールをレビューし、コンディショニングマネジメントへの寄与を議論している。Force Impact Technologies のマウスガードには、マウスガードの前面にある色分けされたLED (緑、青、または赤) を使用して衝突強度を推定するセンサーが組み込まれている (緑: 軽度、青: 中程度、赤は大きな衝撃力)。表示された色は、必要なプロトコルと介入を開始するために、Bluetoothを介して適切な医療関係者に中継され、センサーが脳への衝撃と高い相関関係を提供すると考えられる。Noggin、Q30 Innovations、X2 Biosystems などのいくつかのウェアラブルデバイスは、脳震盪を追跡、監視、および防止する能力で注目を集める。Noggin は、保護用の頭部キャップの作成に重点を置き、キャップ内のゲル (液体物) が頭部を所定の位置を保つことにより衝撃力を分散および低減し、さらに暑熱対策として湿気発散性の生地を開発している。キツキに触発された Q30 イノベーションは、頸静脈を締め付けて頭蓋骨内で脳が動くのを防ぎ、脳を膨らませて頭蓋骨内に至適にフィットさせるデバイスを設計した。膝の表皮ウェアラブル センサーは傷害予防のために関節周縁の動きを定量化し、関節力学の変化を監視する。生体力学的検出のためのこれらセンサーの特性には、高い伸縮性、柔軟性、堅牢性、および耐久性が求められる。肘での応用センサー motus Baseball Sensor は MLB 公式戦での使用が承認された最初のデバイスである。さらに上記した睡眠の質を分析する手首 WHOOP バンドなどのデバイスを使用して睡眠を監視することで、身体が生理学的な回復を必要とするときに、適切な徐波睡眠を促進する睡眠衛生戦略が可能になる。睡眠不足は運動能力の低下、肺機能の悪化、疲労までの時間の短縮、怪我のリスクの増加、運動後の筋肉疲労や筋肉痛の可能性が高まるといわれる。

3 結語

日本の女子選手 (16歳以上) の約40%が1年間に繰り返して受傷している。そして約40%が慢性疾患の症状があると回答した。これらの値を下げるためには、傷害を単一の現象として見るのではなく、他の部分を相互に支え合うネットワーク構造として見るのが効果的かもしれない。受傷して弱った部位を補うために、他のいくつかの部位をサポートする必要があるだろう。回復が

十分でない場合、他の部位に負荷をもたらす可能性がある。これらのコラボレーション機能は、ポジティブとネガティブの両面で機能する。さらに COVID-19 禍のような心理社会的不安がある場合、チームなど健全な社会的関係を構築することが不可欠である (Russell et al., 2017; Legarreta et al., 2018)。クラブのチームメイト、家族、コーチ、メディカルスタッフなど、複数の相談相手のネットワークを持つことが重要であろう (Figure. 5)。繰り返す複数の怪我や不安、孤独に苦しむ選手を作らないチーム・組織がもとめられる。本項は発表された論文 (Sasaki et al., 2022) に新たな議論を付加し総説としたものである。

メソッド：研究デザイン

本研究は、JRFU (日本ラグビーフットボール協会) 安全対策委員会と共同で実施した。チームマネージャーは、研究依頼を読み、研究協力を受け入れることを電子メールで返信した。その後、16歳以上の女子選手に無記名ウェブ調査を実施した。選手はリサーチ URL を受け取り応答 (送信)。調査項目は以下である。

- ・ COVID-19の影響下で将来ラグビーをすることの肯定的思考の主観的評価 (5段階)
- ・ 過去1年間の練習・試合は十分であったかの主観的評価 (5段階)
- ・ 過去1年間の受傷部位、原因プレー、手術の有無
- ・ 前回の負傷からの経過日数
- ・ 年齢、身長、体重、ラグビー経験年数、週あたりの練習時間、慢性症状、不安
- ・ ケガや不安を相談する人の数

本研究における重傷傷害は、ラグビーの傷害に精通する数人の医師と慎重に議論した後、回復に1週間以上を要したものと操作的に定義した。

2回または3回繰り返された傷害の連鎖構造について、慢性症状からのネットワーク構造理解を試行した。ネットワークにおける中心機能を明らかにするために、中心性解析を援用した (媒介中心性、密度中心性、固有ベクトル中心性)。症状に関する用語のつながりを確認するために用いた共起ネットワーク分析により複数の慢性症状がある場合の症状、不安、実際の痛みなどの連鎖構造を理解することができるかもしれない。さらにダミー値として「負傷者1回以上」「2回以上」「無傷者」の慢性症状の詳細なエビデンスについて対応分析を試行した (Suzuki, 2009; Sasaki et al., 2017)。このセンタリング共鳴解析により、特定のグループ内の類似性や独自性を把握することができる。

文献

- Abuín-Porras, B., et al. (2020) Comparison of the Abdominal Wall Muscle Thickness in Female Rugby Players Versus Non-Athletic Women: A Cross-Sectional Study. *Medicina*. 56(1), 1–9.
- Barnett, A. (2006) Using Recovery Modalities between Training Sessions in Elite Athletes. *Sports Med*. 36, 781–796.
- Brown, J.C., et al. (2018) Non-sanctioning of illegal tackles in South African youth community rugby. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 21(6), 631–634.
- Boiko, D.I., et al. (2022) Circadian rhythm disorder and anxiety as mental health complications in post-COVID-19. *Environ Sci Pollut Res*. 29, 28062–28069.
- Bouillon, R., et al. (2022) The health effects of vitamin D supplementation: evidence from human studies. *Nat Rev Endocrinol*. 18, 96–110.
- Chermann, J.F., et al. (2014) Return to Rugby After Brain Concussion: A Prospective Study in 35 High Level Rugby Players. *Asian Journal of sports medicine*. 5(4), e24042.
- Davidow, D., Quarrie, K., et al. (2018) Tackle technique of rugby union players during head impact tackles compared to injury free tackles. *J. Science and Medicine in Sport*. 21(10), 1025–1031.
- Dubois B, Esculier J-F. (2020) Soft-tissue injuries simply need PEACE and LOVE. *Br. J. Sports Med*. 54(2), 3–5.
- Formenti, D., et al. (2021) Differences in inhibitory control and motor fitness in children practicing open and closed skill sports. *Scientific report*. 11, 4033.
- Formenti, D., et al. (2019) Perceptual vision training in non-sport-specific context: effect on performance skills and cognition in young females. *Scientific report*. 9, 18671.
- Fuller, C.W., Brooks, J.H., and Kemp, S.P. (2007) Spinal injuries in professional rugby union: a prospective cohort study. *Clinical J. Sport Medicine*. 17(1), 10–16.
- Gibbons, J.B., Norton, E.C., McCullough, J.S., et al. (2022) Association between vitamin D supplementation and COVID-19 infection and mortality. *Sci Rep*. 12, 19397.
- Gill, S.D., et al. (2021) Gender differences in female and male Australian Football injuries – A prospective observational study of emergency department presentations. *J. Science and Medicine in Sport*. 24(7), 670–67.
- Hertig-Godeschalk, A., Scheel-Sailer, A., Wey, Y., et al. (2022) Prevalence of an insufficient vitamin D status at the onset of a spinal cord injury – a cross-sectional study. *Spinal Cord*.
- Hunzinger, K.J., et al. (2021) Diagnosed concussion is associated with increased risk for lower extremity injury in community rugby players. *J. Science and medicine in sport*. 24(4), 368–372.
- Iverson, G.L. (2019) Network Analysis and Precision Rehabilitation for the Post-concussion Syndrome. *Frontiers in Neurology*. 10, 489.
- Japanese Rugby Football Union, 2020 Team registrations report. (2020).
- Kawashima, M., et al., (2021) Icing after eccentric contraction-induced muscle damage perturbs the disappearance of necrotic muscle fibers and phenotypic dynamics of macrophages in mice. *J. Applied physiology*. 130(5), 1410–1420.
- Kearney, P.E., and See, J. (2017) Misunderstandings of concussion within a youth rugby population. *J. Science and Medicine in Sport*. 20(11), 981–985.
- King, D.A., et al. (2018) Head impact exposure from match participation in women’s rugby league over one season of domestic competition. *J. Science and Medicine in Sport*. 21(2), 139–146.
- Lane, J.M., et al. (2023) Genetics of circadian rhythms and sleep in human health and disease. *Nat Rev Genet*. 24, 4–20.
- Legarreta, A.D., et al. (2018) The role of family and personal psychiatric history in post concussion syndrome following sport-related concussion: a story of compounding risk. *J. Neurosurg Pediatr*. 22, 238–243.
- Malta, E.S., Dutra, Y.M., Broatch, J.R., et al. (2021) The Effects of Regular Cold-Water Immersion Use on Training-Induced Changes in Strength and Endurance Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med*. 51, 161–174.
- Manning, K.Y., et al. (2020) Longitudinal changes of brain microstructure and function in nonconcussed female rugby players. *Neurology*. 95 (4), e402–412.
- Martineau, A.R., et al. (2022) Vitamin D for COVID-19: where are we now? *Nat Rev Immunol*. 22, 529–530.
- McDermott, B.P., et al. (2017) National Athletic Trainers’ Association Position Statement: Fluid Replacement for the Physically Active. *J. Athletic Training*. 52 (9): 877–895.
- Pereira, V.H. (2015) Complex network models reveal correlations among network metrics, exercise intensity and role of body changes in the fatigue process. *Scientific Report*. 5, 10489.
- Pfaff, L.M., et al. (2018) The effects of sport specific training of rugby players on avoidance behaviors during a head-on collision course with an approaching person. *Human Movement Science*. 62, 105–115.
- Quarrie, K., et al. (2020) Injury Risk in New Zealand Rugby Union: A Nationwide Study of Injury Insurance Claims from 2005 to 2017. *Sports Medicine*. 50, 415–428.
- Romdhani, M., et al. (2022) COVID-19 Lockdowns: A Worldwide Survey of Circadian Rhythms and Sleep Quality in 3911 Athletes from 49 Countries, with Data-Driven Recommendations. *Sports Med*. 52, 1433–1448.
- Russell, J.D., et al. (2017) The Network Structure of Posttraumatic Stress Symptoms in Children and Adolescents Exposed to Disasters. *J. the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. 56(8), 669–677.
- Sasaki, K., et al. (2020) Clarifying the structure of serious head and spine injury in youth Rugby Union players. *PLOS ONE*. 15(7), e0235035.
- Sasaki, K., et al. (2017a) An empirical study of Japanese women’s rugby injury 2016. *Japanese J. Rugby Science*. 28(1), 56–60.
- Sasaki, K., et al. (2017b) Network centrality analysis to determine the tactical leader of a sports team. *Int. J. Performance Analysis in Sport*. 17(6), 822–831.
- Sasaki, K., et al. (2022) Clarifying the structure of repeated serious injuries on female rugby players. *SCIREA J. Clinical Medicine*. 7(1), 39–53.
- Seshadri, D.R., et al. (2019) Wearable sensors for monitoring the internal and external workload of the athlete. *npj Digit. Med*. 2,

- 71.
- Shelborne, K.D., et al. (2020) Posterior Tibial Slope in Patients Undergoing Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Autograft: Analysis of Subsequent ACL Graft Tear or Contralateral ACL Tear. *The American J. Sports Medicine*. 49(3), 620–625.
- Silver, J.R. (2020) The impact of the 21st century on rugby injuries. *Spinal Cord*. 40(11), 552–559.
- Suzuki, T. (2017) *Network Analysis*. 2nd. ed. Tokyo (JPN): Kyouritsu Shuppan.
- Tierney, G.J., et al. (2018) Could lowering the tackle height in rugby union reduce ball carrier inertial head kinematics? *J. Biomechanics*. 72(27), 29–36.
- Tucker, R., et al. (2017) Risk factors for head injury events in professional rugby union: a video analysis of 464 head injury events to inform proposed injury prevention strategies. *British J. of Sports Medicine*. 51, 1152–7.
- Vaile, J., et al. (2010) Recovery review—science vs. practice. *Australian strength and conditioning association (ASCA)*.