講座 スポーツ整形外科学 1

Comprehensive Handbook of Orthopaedic Sports Medicine

整形外科医のためのスポーツ医学概論

編　集◉松本秀男 日本スポーツ医学財団

総 編 集◉松本秀男 日本スポーツ医学財団

編集委員◉池上博泰 東邦大学
近藤英司 北海道大学
西良浩一 徳島大学

中山書店

講座 スポーツ整形外科学 1

Comprehensive Handbook of Orthopaedic Sports Medicine

整形外科医のためのスポーツ医学概論

編　集◉松本秀男 日本スポーツ医学財団

総 編 集◉松本秀男 日本スポーツ医学財団

編集委員◉池上博泰 東邦大学
近藤英司 北海道大学
西良浩一 徳島大学

中山書店

【読者の方々へ】

本書に記載されている診断法・治療法については，出版時の最新の情報に基づいて正確を期するよう最善の努力が払われていますが，医学・医療の進歩からみて，その内容がすべて正確かつ完全であることを保証するものではありません．したがって読者ご自身の診療にそれらを応用される場合には，医薬品添付文書や機器の説明書など，常に最新の情報に当たり，十分な注意を払われることを要望いたします．

中山書店

シリーズ刊行にあたって

近年，競技スポーツのレベルは著しく向上し，アスリートに要求される身体能力も複雑になっている．また，一般市民を対象とした生涯スポーツも推奨され，健康スポーツ人口も増加，高齢化している．これに伴い，スポーツ外傷や障害も増加し，さらに多様化しており，「スポーツ整形外科」が益々重要になってきている．

スポーツ活動での高いパフォーマンスの維持を重要な使命とするスポーツ整形外科は，外傷や障害の予防，また治療方針決定においても一般の整形外科とは異なる特徴をもつ．すなわち，整形外科そのものを熟知するとともに，アスリートの特殊性，各スポーツ種目の特徴，さらに整形外科以外の幅広い知識も要求される．同じ外傷や障害であっても，競技種目の特性や競技レベルに応じて，予防的アプローチが異なるし，治療方法が異なる場合もある．すなわち，スポーツ復帰や継続を常に見据えた予防，治療が「スポーツ整形外科」の真骨頂である．

本シリーズ《講座 スポーツ整形外科学》は，そうしたスポーツ整形外科診療をサポートする実践書として，「スポーツ整形外科学」の基礎と臨床のすべてを全4巻で構成した．第1巻『整形外科医のためのスポーツ医学概論』では，まずスポーツ整形外科の基本的な考え方や予防，治療の原則，さらには研究手法などの基本を解説した．次いでスポーツ現場や帯同時の外傷や障害に対する準備と対応等，スポーツ整形外科ならではの必須知識を解説した．さらにスポーツ整形外科医として，スポーツ現場や帯同時に必ず必要になる整形外科領域以外の外傷や障害などの基本的な知識を解説した．第2巻では『上肢のスポーツ外傷・障害』，第3巻では『下肢のスポーツ外傷・障害』，第4巻では『体幹のスポーツ外傷・障害』として，それぞれの部位に生じるスポーツ外傷と障害を，ほぼもれなく解説した．スポーツ外傷や障害では，その予防がきわめて大切であり，いずれの外傷や障害についても予防のためのトレーニング等を含めて紹介している．さらに，治療については単に日常生活に復帰するばかりでなく，スポーツ復帰を念頭に置いて解説した．

どの巻においても現在スポーツ医学それぞれの領域の第一線で活躍する先生方に執筆を依頼し，図や写真を多く用いることにより，視覚的にも理解しやすいように工夫した．本書が，スポーツ整形外科を実践する方々，そしてこれから目指す方々の「常に手元に置いておきたい書」になれば本望である．

2021年5月

公益財団法人 日本スポーツ医学財団
松本秀男

序

スポーツ整形外科は，一般の整形外科とは異なり，整形外科そのものを熟知するとともに，アスリートの特殊性や各スポーツ種目の特徴を理解し，整形外科以外の幅広い知識をもつことも要求される．同じ外傷や障害であっても，競技種目の特性や競技レベルに応じて，予防の仕方は様々であり，治療方法ですら異なる場合もある．「スポーツ整形外科」の重要なポイントはスポーツ復帰や継続を常に念頭に置いた予防や治療を行うことである．シリーズ第１巻『整形外科医のためのスポーツ医学概論』では，スポーツ整形外科の基本となる考え方や基礎知識を解説する．

第１章「スポーツ医学の基礎」では，まず「スポーツ整形外科とは」と題して定義から始まり，スポーツ生理学，スポーツ栄養学，スポーツ心理学など，スポーツ整形外科を理解するために必須の基本的知識を解説する．さらに様々なスポーツ医学の研究手法についても紹介する．

第２章「スポーツ外傷・障害の予防」では，メディカルチェック，コンディショニング，トレーニングなど，スポーツ外傷や障害を予防するための様々なテクニックを紹介する．予防が大きな役割を演じるスポーツ医学の重要な部分である．

第３章「スポーツ外傷・障害に対する治療の原則」では，スポーツ現場での応急処置，帯同での注意点，競技復帰へのポイント等，通常の整形外科診療と異なるスポーツ整形外科ならではの診療内容について解説する．

第４章「スポーツ整形外科医が知っておくべき他領域の疾患」，第５章「スポーツに伴う他領域の外傷」では，スポーツ活動に伴う循環器，呼吸器，代謝性疾患など他領域の障害や外傷に加えて，スポーツ貧血，熱中症，女性アスリートに特徴的な疾患，イップスなど，スポーツによって特異的に生じる様々な疾患についても解説する．

そして最後に，第６章「スポーツ種目別運動器外傷・障害の特徴」として，それぞれのスポーツ種目に特有の外傷や障害について解説する．一口にスポーツといっても実に様々な競技種目や競技レベルがあり，それによって予防法，治療法も大きく異なるため，その違いを理解し，実践することがスポーツ医学の重要なポイントとなる．

本巻ではスポーツ整形外科のみならず，スポーツ医学全体にわたる広い範囲について解説したため，他の領域の多くの専門家にも執筆いただいた．スポーツ整形外科の基本的な概念を理解し，診療を実践するための基礎となる知識を習得する一書となることを期待したい．

2021 年 8 月

公益財団法人 日本スポーツ医学財団
松本秀男

目次

1章 スポーツ医学の基礎

スポーツ整形外科とは …… 松本秀男 2
スポーツ生理学（運動生理学）
運動器とスポーツ：骨 …… 宮本健史 6
運動器とスポーツ：筋 …… 杉浦宏祐，松浦哲也，西良浩一 12
運動器とスポーツ：関節 …… 古松毅之 19
運動器とスポーツ：神経 …… 波多野敬介，大橋洋輝，石橋敏寛 27
エネルギー代謝とスポーツ …… 勝川史憲 34
水・電解質とスポーツ …… 能勢　博，増木静江 43
循環器とスポーツ …… 牧田　茂 49
呼吸器とスポーツ …… 山澤文裕 56
年代・性別における特徴と問題点
成長期とスポーツ …… 帖佐悦男 63
中高年と健康スポーツ …… 藤本繁夫，小林　茂 68
女性とスポーツ …… 土肥美智子 76
トップアスリート …… 金岡恒治 83
障がい者スポーツ …… 山田睦雄 90
スポーツ栄養学 …… 虎石真弥 96
スポーツ心理学 …… 山本裕二 103
スポーツ歯科 …… 安井利一 109
スポーツ皮膚科 …… 辻　雄介，朝比奈昭彦 113

スポーツ医学の研究手法
呼気ガス分析 …… 東　宏一郎　119
反射マーカーによる動作解析 …… 原藤健吾，伯川聡志，名倉武雄　125
ウエアラブル端末による動作解析 …… 橋本健史　131
有限要素解析（FEM） …… 名倉武雄　138

2章 スポーツ外傷・障害の予防

メディカルチェック
内科的メディカルチェック …… 小熊祐子　144
整形外科的メディカルチェック …… 木村光宏，中瀬順介，土屋弘行　151
脳外科領域のメディカルチェック …… 荻野雅宏　159
婦人科領域のメディカルチェック …… 能瀬さやか　162
眼科メディカルチェック …… 工藤大介　165
デンタルチェック …… 武田友孝，中島一憲　168
体力評価，運動機能評価 …… 広瀬統一　171
画像診断 …… 岩本　航，加藤拓也　179
栄養管理 …… 細井雅之　184
コンディショニング …… 鳥居　俊　190
スポーツトレーニング
筋力トレーニング …… 今井覚志　197
柔軟性トレーニング …… 相澤純也　207
敏捷性（アジリティ） …… 松田匠生，鈴川仁人　214
持久力トレーニング …… 大桃結花　220
アンチ・ドーピング指導 …… 真鍋知宏　226

3章 スポーツ外傷・障害に対する治療の原則

応急手当，応急処置 …… 塚原由佳　232

帯同

帯同ドクターの現場での業務内容と対応 …… 原　邦夫　237

海外帯同での注意事項 …… 池田　浩　243

保存療法 …… 小林寛和，金村朋直　249

手術療法 …… 佐藤和毅，木村豪志，世良　泰，大谷俊郎，金治有彦，松村　昇　257

アスレティックリハビリテーション …… 片寄正樹　267

競技復帰に向けてのポイント …… 山本祐司　274

4章 スポーツ整形外科医が知っておくべき他領域の疾患

スポーツと循環器疾患 …… 福島理文，深尾宏祐，島田和典　280

アスリートと呼吸器疾患 …… 吉川貴仁　287

代謝性疾患と運動 …… 津下一代　294

アスリートと貧血 …… 山﨑舞子，三宅康史　303

スポーツにおける熱中症 …… 川原　貴　307

女性アスリートの三主徴 …… 能瀬さやか　312

イップス（スポーツ心理） …… 山口達也　317

5章 スポーツに伴う他領域の外傷

脳振盪・頭部外傷 …… 中山晴雄，平元　侑，岩渕　聡　324

顔面外傷 …… 月坂和宏　330

臓器損傷 …… 月坂和宏　335

皮膚損傷 …… 辻　雄介　337

6章 スポーツ種目別運動器外傷・障害の特徴

瞬発系競技 …… 岩堀裕介　346
持久系競技 …… 遠山晴一　361
審美系競技 …… 土屋明弘　372
ウエイトコントロール競技 …… 紙谷　武，井汲　彰，三浦雅臣　380
障がい者スポーツ …… 上條義一郎，指宿　立，川端浩一，三上幸夫，田島文博　390

付録 …… 401
索引 …… 407

執筆者一覧（執筆順）

松本秀男	公益財団法人日本スポーツ医学財団
宮本健史	熊本大学大学院生命科学研究部整形外科
杉浦宏祐	徳島大学医学部整形外科
松浦哲也	徳島大学医学部整形外科
西良浩一	徳島大学医学部整形外科
古松毅之	岡山大学医学部整形外科
波多野敬介	東京慈恵会医科大学脳神経外科学講座
大橋洋輝	東京慈恵会医科大学脳神経外科学講座
石橋敏寛	東京慈恵会医科大学脳神経外科学講座
勝川史憲	慶應義塾大学スポーツ医学研究センター
能勢　博	信州大学大学院医学系研究科 e-ヘルスサイエンス講座
増木静江	信州大学大学院医学系研究科スポーツ医科学講座
牧田　茂	埼玉医科大学国際医療センター心臓リハビリテーション科
山澤文裕	丸紅健康開発センター
帖佐悦男	宮崎大学医学部整形外科学教室
藤本繁夫	相愛大学人間発達学部発達栄養学科
小林　茂	宝塚医療大学和歌山保健医療学部リハビリテーション学科
土肥美智子	国立スポーツ科学センタースポーツメディカルセンター
金岡恒治	早稲田大学スポーツ科学学術院
山田睦雄	日通学園 流通経済大学スポーツ健康科学部
虎石真弥	帝京大学スポーツ医科学センター
山本裕二	名古屋大学総合保健体育科学センター運動学習科学研究室
安井利一	明海大学
辻　雄介	東京慈恵会医科大学皮膚科
朝比奈昭彦	東京慈恵会医科大学皮膚科
東　宏一郎	練馬総合病院内科／スポーツ医学センター
原藤健吾	慶應義塾大学医学部整形外科学教室／慶應義塾大学医学部スポーツ医学総合センター
伯川聡志	慶應義塾大学大学院医学研究科整形外科学教室
名倉武雄	慶應義塾大学医学部整形外科学教室／慶應義塾大学医学部運動器生体工学寄附講座
橋本健史	慶應義塾大学スポーツ医学研究センター
小熊祐子	慶應義塾大学スポーツ医学研究センター／慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科
木村光宏	金沢大学医学部整形外科
中瀬順介	金沢大学医学部整形外科
土屋弘行	金沢大学医学部整形外科
荻野雅宏	獨協医科大学脳神経外科
能瀬さやか	東京大学医学部附属病院女性診療科・産科
工藤大介	順天堂大学医学部附属順天堂医院眼科
武田友孝	東京歯科大学口腔健康科学講座スポーツ歯学研究室
中島一憲	東京歯科大学口腔健康科学講座スポーツ歯学研究室
広瀬統一	早稲田大学スポーツ科学学術院
岩本　航	江戸川病院スポーツ医学科
加藤拓也	江戸川病院スポーツ医学科
細井雅之	大阪市立総合医療センター糖尿病・内分泌センター／糖尿病内科
鳥居　俊	早稲田大学スポーツ科学学術院
今井覚志	慶應義塾大学病院リハビリテーション科
相澤純也	順天堂大学保健医療学部理学療法学科
松田匠生	横浜市スポーツ医科学センターリハビリテーション科
鈴川仁人	横浜市スポーツ医科学センターリハビリテーション科
大桃結花	帝京大学スポーツ医科学センター
真鍋知宏	慶應義塾大学スポーツ医学研究センター
塚原由佳	東京女子体育大学体育学部体育学科
原　邦夫	JCHO 京都鞍馬口医療センタースポーツ整形外科センター

池田　浩	順天堂大学保健医療学部理学療法学科／順天堂大学医学部附属順天堂医院整形外科・スポーツ診療科
小林寛和	日本福祉大学健康科学部リハビリテーション学科理学療法学専攻
金村朋直	京都がくさい病院スポーツリハビリテーション科
佐藤和毅	慶應義塾大学医学部スポーツ医学総合センター
木村豪志	慶應義塾大学医学部スポーツ医学総合センター
世良　泰	慶應義塾大学医学部スポーツ医学総合センター
大谷俊郎	国際医療福祉大学市川病院整形外科
金治有彦	慶應義塾大学医学部整形外科学教室
松村　昇	慶應義塾大学医学部整形外科学教室
片寄正樹	札幌医科大学保健医療学部理学療法学第二講座
山本祐司	弘前大学大学院医学研究科整形外科学講座
福島理文	順天堂大学医学部附属順天堂医院循環器内科
深尾宏祐	順天堂大学スポーツ健康科学部スポーツ科学科／順天堂大学医学部附属順天堂医院循環器内科
島田和典	順天堂大学医学部附属順天堂医院循環器内科
吉川貴仁	大阪市立大学大学院医学研究科運動生体医学
津下一代	女子栄養大学
山﨑舞子	帝京大学医学部救急医学
三宅康史	帝京大学医学部救急医学
川原　貴	一般社団法人 大学スポーツ協会
山口達也	慶應義塾大学医学部スポーツ医学総合センター／慶應義塾大学医学部精神・神経科
中山晴雄	東邦大学医療センター大橋病院脳神経外科
平元　侑	東邦大学医療センター大橋病院脳神経外科
岩渕　聡	東邦大学医療センター大橋病院脳神経外科
月坂和宏	マツダ病院整形外科
岩堀裕介	あさひ病院スポーツ医学・関節センター
遠山晴一	北海道大学大学院保健科学研究院リハビリテーション科学分野
土屋明弘	船橋整形外科病院整形外科
紙谷　武	東海学園大学スポーツ健康科学部
井汲　彰	筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター・茨城県厚生連総合病院水戸協同病院整形外科
三浦雅臣	東京大学医学部附属病院糖尿病・代謝内科
上條義一郎	獨協医科大学埼玉医療センターリハビリテーション科
指宿　立	明野中央病院リハビリテーション科
川端浩一	和歌山県立医科大学リハビリテーション医学／宝塚医療大学和歌山保健医療学部
三上幸夫	和歌山県立医科大学リハビリテーション医学
田島文博	和歌山県立医科大学リハビリテーション医学

女性とスポーツ

女性アスリートの特徴

男女では身体的・生理学的な差があるため，スポーツによる身体への影響，障害・外傷や疾患は女性と男性とでは当然異なり，女性アスリートをサポートするうえではその理解が必要である．

1. 生理学的な違い

男女の生理学的な差の中で成人女性で優位であるのは成熟体脂肪率である．これは女性ホルモンが皮下脂肪の蓄積に働くためで，この体脂肪率の差は乳房，臀部，大腿部につく必須脂肪によるものである．これが第二次性徴の証であり，かつ女性らしさを形づくる．必須脂肪は男性では体重の約3%，女性は約9〜12%といわれており，女性アスリートは一般女性よりは低い傾向にある．この時期になると性差が顕著になるが，それまでのパフォーマンスはほぼ男女同じである．

その他，有・無酸素能力，スピード，1回心拍出量などスポーツにかかわる生理学的項目は男性が優位である（表1）[1]．

2. 身体的構造の違い

骨格系の特徴としては女性では出産があるため骨盤が広く，そのためQ角が男性より大きいといわれている．また，柔軟性は女性で高い，筋を自動あるいは他動的に伸張したときの伸びの程度を示す指標となる“タイトネス”が女性のほうが男性より低い，つまり筋の伸展性が高い，などの報告がある[2]．筋量に関しては，女性ホルモンが筋肉の合成と蓄積に抑制的に働くとされ，筋量は女性のほうが低く，また筋力の大きさは筋量に比例するため，成人女性の筋力は男性の60〜65%程度とされている．

スポーツ外傷・障害において女性では男性より前十字靱帯損傷が多いことが報告されているが，それがこのような男女の身体的構造の違いから生じているのかどうか，またそれ以外のスポーツ外傷・障害に関しても性差との関係について十分な論拠があるとはいえないようである[3]．ただし，スポーツ外傷・障害の予防のためのトレーニング介入は男女両アスリートに必要であり，性差ではなく，アスリート個人の骨格や，筋力，動作の特徴などを把握し，それぞれに合ったトレーニング方法が必要であるということはいえる[3]．

3. 生殖機能の違い

男女で決定的に異なるのは生殖機能であり，女性には月経がある．月経は，まず視床下部から性腺刺激ホルモン（GnRH）が下垂体に放出

表1　女子の主要なパラメーターの男子との比較

	体型	生理学	神経系	心血管系・呼吸器系
女＞男	成熟体脂肪率＊			
女＝男		体温調節 パフォーマンス（思春期前）	各種筋線維の割合	
女＜男	体重 筋肉量 身長	有酸素能力 無酸素能力 スピード パワー出力	筋線維の大きさ 筋力/パワー ミトコンドリア密度	1回拍出量 肺容量 血色素量 ヘマトクリット 血液量

＊：必須脂肪（乳房，臀部，大腿部）．

（大畠襄監訳．サッカー医学マニュアル．サンメッセ；2007．129-32[1]より）

表 2　月経困難症の分類

	原発性（機能性）月経困難症	続発性（器質性）月経困難症
原因	・プロスタグランディンによる子宮の過度の収縮 ・子宮が未熟なことによる頚管の狭小化 ・逆流血による腹膜刺激症状	・子宮内膜症 ・骨盤内炎症 ・子宮筋腫 ・子宮腺筋症 などの疾患
特徴	・思春期に多い ・加齢とともに軽減 ・痛みの持続：1～2 日間	・成人期に始まることが多い ・加齢とともに症状が悪化（病気が進行すると，月経時以外でも症状がでる） ・痛みの持続：1～5 日間
治療	・鎮痛薬の使用 ・低用量ピルの使用	・原疾患の治療

され，それを受けて下垂体から黄体化ホルモン（LH）と卵胞刺激ホルモン（FSH）が卵巣に放出され，卵巣からプロゲステロンとエストロゲンが放出されて起こる．つまり月経は卵巣と子宮だけではなく，脳の視床下部からのホルモンによって起こるということの理解は重要である．

月経にかかわる問題

公益財団法人日本オリンピック委員会女性スポーツ専門部会が行った，2012 年ロンドンオリンピックに出場した女性アスリートへのアンケート調査で，「女性特有の問題で競技に影響を及ぼしたことは何ですか？」という質問に対する上位の回答は，月経による体調不良（36.7%），月経痛（27.8%）であった．全体の中でも月経に関することが約 8 割と，月経に関する問題が競技へ大きく影響していることがうかがえた．また月経周期（ホルモンの変動に伴う）による主観的なコンディションの変化もアスリートにはみられている．

以下，月経にかかわる問題として，月経に伴う問題と月経が規則的に来ていない無月経という問題について述べる．

1. 月経困難症

月経困難症とは，“月経時あるいはその直前から強い下腹痛や腰痛が始まり，月経期間中に日常生活を営むことが困難な状態”をいう．表 2 に示すように月経困難症には原発性（機能性）月経困難症と続発性（器質性）月経困難症があり，続発性月経困難症はその原疾患の治療が必要となる．

月経血は，子宮内膜上皮が脱落する際にその細胞膜から産生されるプロスタグランディン（PG）によって子宮が収縮することで子宮から排出されるが，器質的な問題がない原発性月経困難症をきたす女性ではこの分泌される PG が多いことが報告されており，より多く分泌された PG が子宮筋を過度に収縮させ，血管の攣縮や子宮筋の虚血などを引き起こすことによって原発性月経困難症が生じると推測されている．治療は鎮痛薬（非ステロイド性抗炎症薬：NSAIDs）や低用量ピルによる．

月経困難症の治療に鎮痛薬を服用するアスリートは多いが，なかには効果がないと，服用をやめてしまうアスリートも少なくない．よく問診をしてみると服用方法が適切でないことが多い．NSAIDs 鎮痛薬は末梢での PG 合成阻害作用によるため，むしろ月経開始と同時に，あるいは月経開始の予兆が出現したらすぐに使用するほうが，PG などの産生が早く抑制されるために効果が高い．アスリートにはこの点をふまえた正しい服用方法を指導する必要がある．鎮痛薬は，月経痛が比較的軽度であればサリチル酸系，鎮痛効果がもっと高く副作用の比較的少ないものとしてプロピオン酸系，強力な鎮痛効果と即効性を求めるのならアリール酸系，また，フェナム酸系は末梢作用のみならず，中枢性の鎮痛効果も有していて鎮痛作用は強いとさ

スポーツ栄養学

わが国においてトップアスリートらの活躍により，最近ではスポーツ現場における栄養面のアプローチが注目されるようになった．選手が日々の食事・栄養を考えることは，なりたい身体づくりを行うだけでなく，さらなる競技パフォーマンス向上に欠かすことができない．本項では，スポーツ現場における栄養サポートの実際から，アスリートにおける食事・栄養をどのように考えていけばいいかをまとめたい．

エネルギー必要量

身体活動に必要なエネルギーを摂取することは，安全なスポーツ活動を継続するうえで不可欠であり，栄養補給の基本である．

栄養サポートを行うにはまず対象者のエネルギー必要量の検討として，体重およびエネルギーバランスを維持するためのエネルギー消費量を推定することから始める．

1. エネルギー消費量の推定

スポーツ現場において簡便にエネルギー消費量を推定する方法としては，本人または観察者による活動記録からメッツ（metabolic equivalents：METs）を用いて算出する要因加算法，身体活動レベルから推定する方法，心拍数または加速度計を用いて推定する方法などがある．ここではスポーツ現場で活用しやすい身体活動レベルからの推定方法を紹介する．

まず基礎代謝量を推定し，そこに身体活動レベル（physical activity level：PAL）を乗じて算出する．基礎代謝量の推定式は，日本人アスリートに有効であるとされる式がある（表1）[1-3]．スポーツ現場において JISS 式，田口式の推定式はよく用いられるが，式に除脂肪量が含まれているため，身体組成の測定方法の精度が重要となる．PAL は，日本人アスリートに対しては，持久系 2.5，瞬発系 2.0，球技系 1.75（いずれも通常練習時）を参考に用いるとよい．しかし競技種目やトレーニング状況（強度や量など）で調整は必要となる．

2. エネルギーアベイラビリティ

エネルギーアベイラビリティ〔利用可能エネルギー（energy availability：EA）〕は，摂取したエネルギー量のうち，運動やトレーニングに必要なエネルギー以外に身体機能を維持するために利用できるエネルギー量と定義されている．エネルギー摂取量の不足や過剰なエネルギー消費によって生じる EA の不足は，女性アスリートの健康障害である三主徴の一つとして考えられている〔「女性アスリートの三主徴/RED-S」（p. 312）参照〕．しかしこれは女性アスリートに限ったことではなく，男性アスリートにおいても，エネルギー消費量と摂取量のアンバランス（消費量＞摂取量）からスポーツにおける相対的エネルギー不足（relative energy deficiency in sport：RED-S）を惹起し，アスリートの健康やコンディション，さらに競技パフォーマンスに影響を及ぼすことが明らかになっている[4]（「女性とスポーツ」図 1〈p. 79〉参照）．

EA は，総エネルギー摂取量（kcal/日）から運動によるエネルギー消費量（kcal/日）を差し引き，除脂肪体重（fat free mass：FFM）で除することによって算出できる．EA が 30 kcal/kg FFM/日未満は，EA の不足と判定され，さらに女性アスリートが正常な月経周期を維持し，健康な状態を保つためには EA が 45 kcal/kg FFM/日以上のエネルギー摂取量が推奨されている．しかし総エネルギー摂取量，運動によるエネルギー消費量，FFM の測定方法によっては算出される値に誤差が生じることも視野に入れなければならない．

3. 減量時の注意点

審美系競技や体重階級制競技など競技によっ

表 1　基礎代謝量の推定式

	推定式
JISS 式[1]	28.5×除脂肪量（kg）
田口式[2]	27.5×除脂肪量（kg）＋5
NIHN 式[3]	［0.0481×体重（kg）＋0.0234×身長（cm）－0.0138×年齢（歳）－0.4235］×1,000/4.186
	［0.0481×体重（kg）＋0.0234×身長（cm）－0.0138×年齢（歳）－0.9708］×1,000/4.186

各推定式の対象者は，JISS 式は健康な一般男女，田口式は女性アスリート，NIHN 式（上段）は健康な一般男性，（下段）は健康な一般女性．
（小清水孝子ほか．栄養学雑誌 2006；64：205-8[1]，田口素子ほか．体力科学 2011；60：423-32[2]，Ganpule AA, et al. Eur J Clin Nutr 2007；61：1256-61[3] より引用）

表 2　アスリートの糖質摂取のためのガイドライン

	トレーニング内容	糖質摂取の目安量
少ない	低強度運動や技術練習	3～5 g/kg 体重/日
適度	1 日 1 時間程度の運動	5～7 g/kg 体重/日
多い	1 日 1～3 時間の中～高強度の持久的な運動	6～10 g/kg 体重/日
非常に多い	1 日 4～5 時間，またはそれ以上の中～高強度の過度な運動	8～12 g/kg 体重/日

（Ganpule AA, et al. Eur J Clin Nutr 2007；61：1256-61[3] より，筆者訳）

ては競技パフォーマンスの向上を目的として減量を行っているケースがある．しかし過度な食事制限やエネルギー制限などは逆効果を招く原因となるほか，これが慢性化すると健康に悪影響を及ぼす．

一般的な理論に基づくと，体重 1 kg の減少を行う際には，約 7,000 kcal のエネルギーをマイナスにする計画を立てる．アスリートの減量では，1 日あたりのエネルギーのマイナスを 200～500 kcal として 3～6 週間以上かける方法が推奨されていることから，個人の目標設定に応じて減量計画を検討すべきである．なお一般人を対象とした減量では，ベースライン（減量前）の体脂肪量が少ないほど，体重減少に占める除脂肪体重の割合が大きいことから，体脂肪量の少ない選手などに対するアプローチの際は注意したい．

糖質

糖質は，脳や神経系のほか，筋肉の動作に使用されるエネルギー基質であり，広範囲にわたる運動をサポートする栄養素である．とくに長時間の高強度運動時における栄養戦略の一環として糖質のアベイラビリティを高く維持することの有効性も報告されている．

1. トレーニング期の摂取目安量

表 2 に国際ガイドラインやアメリカスポーツ医学会の共同声明におけるアスリートにおける糖質摂取のガイドラインを示す[5]．トレーニング内容，体重（体格）によって異なるが，体重に乗ずる値には幅があることから，選手個々の喫食状況（どれだけ食べることができるのか）やトレーニング内容によって調整する必要があることがわかる．

さらにリカバリーを目的とした糖質補給として，運動終了後は 1.0～1.2 g/kg 体重/日の糖質を摂取することが推奨されている[6]．たとえば体重 60 kg の場合，おにぎり 1 個（市販サイズ）と 100％オレンジ果汁 1 本（200 mL）などの食品を組み合わせることで目標量を達成できる．しかし運動後は胃腸機能の低下も生じやすく，固形物の摂取によりその後の食事に影響をきたすこともある．とくに暑熱環境下での運動後など状況によっては，胃腸に負担をかけず摂取できるサプリメントを用いた糖質補給も薦めたい．

整形外科的メディカルチェック

整形外科的メディカルチェックとは

個人の身体的特徴と現在の状態を客観的に把握して，スポーツをすることにより運動器にどのような負担がかかり，どのような障害の発症が予想されるかに関して考慮し，障害の予防や早期発見，パフォーマンスの向上に役立てようとするものである．

メディカルチェックの対象者

整形外科的メディカルチェックの対象者は大きく4つに分けられる[1]．

①競技スポーツ選手：プロスポーツ選手やオリンピック代表選手，国体選手などトップレベルの選手

②一般スポーツ選手：社会人，大学，高校，中学校，小学校の選手など

③市民スポーツ愛好者：ジョガー，体力づくり，スキー，テニス，高齢者登山など一般市民でスポーツを愛好する人

④整形外科的疾患をもつ人：障がい者スポーツ選手や，運動器に疾患をもつもののスポーツ活動を志向する人

年齢的要素や性別的特徴，各対象における運動負荷の強度などを考慮して，それぞれ効率よくメディカルチェックを行うように努める．

メディカルチェックの方法

1. 問診

基礎疾患や家族歴，疼痛などの症状の有無，現在のスポーツ内容（競技種目，ポジション，競技レベル，練習時間など），利き足（利き手），過去のスポーツ歴，既往歴に関して聴取する．既往歴は腰痛や下肢痛の有無，外傷歴や治療歴を確認する．とくに膝関節や足関節などの関節外傷に関しては，靱帯損傷による関節の不安定性から変形性変化の原因にもなりうる．その他，肥満の対象者では体重やBMI（body mass index）も把握すべきであるが，過去の体重に関しても注意を払う必要がある．また発育期の対象者に関しては，1年間の身長の増加率を確認しておく．

2. 身体所見

スポーツ動作に深く関係している身体的特性の評価として，とくに関節弛緩性やタイトネス，アライメントを中心に，現在のコンディションの評価を行う[2]．Jリーグで実際に使用しているチェックシートを図1に示す．

●関節弛緩性（東大式）（図2）[1]

手関節，膝関節，肘関節，肩関節，足関節，股関節の6関節と脊椎の7か所の可動域を視診と角度計を用いて評価する．図2のそれぞれが可能であれば1点（左右どちらかの場合には0.5点）として合計点数を算出し，すべての部位で弛緩性ありと判断された場合は最大の7点，すべての部位で弛緩性なしと判断された場合には最小の0点となる．4点以上で全身関節弛緩（general joint laxity）があるとみなされることが多い[3]．

関節包や靱帯などの構造上の異常があると，関節の動きは一定の可動域を越え，関節動揺性が著しくなる．これは運動中の関節支持能力に欠けることになり，易損傷性が高くなり，脱臼や靱帯損傷が生じやすくなる．とくに女性にはその傾向が強く，欠かせないテストである．先天的なものに加えて，靱帯損傷や脱臼などの関節の外傷によって後に不安定性を生じる後天性のものがある．

●タイトネス（図3）[4]

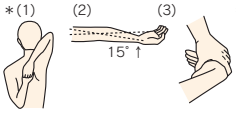
筋肉や腱の柔軟性を評価するものである．下肢の動きに関与する腰部，股関節，足関節の5つの筋群に関して評価する．

整形外科チェックシート（1）　　年　月　日

	アライメント	関節弛緩性	関節可動域	関節不安定性
体幹 頚椎 胸椎 腰椎	側弯：有　無 亀背等の変形 有　無 階段状変形 有　無	FFD＝　cm 関節弛緩性 有　無 SLR テスト 右： 左：	前屈　後屈　回旋　側屈 右： 左： 前屈　後屈　側屈　バレーの圧痛点 右： 左：	
	神経学的所見	Bi Br Tr Wa PTR ATR Ba　上肢　下肢　背筋　腹筋 右：　知覚異常 右：有　無　有　無　筋力： 左：　左：有　無　有　無		
肩関節		右：有　無(1) 左：有　無	屈曲　伸展　外転　内転　外旋　内旋 右： 左：	前方　後方　下方 右： 左：
肘関節	carrying アングル 右＝　度 左＝　度	右：有　無(2) 左：有　無	屈曲　伸展 右： 左：	外反　内反 右： 左：
手関節		右：有　無(3) 左：有　無	掌屈　背屈　橈屈　尺屈 右： 左：	掌背　橈尺 右： 左：
手指			母指　示指　中指　環指　小指 右： 左：	

＊Bi：上腕二頭筋腱反射　Br：腕橈骨筋腱反射
Tr：上腕三頭筋腱反射　Wa：ワルテンベルグ病的反射
PTR：膝蓋腱反射　ATR：アキレス腱反射

＊＊(1)　(2)　(3)



整形外科チェックシート（2）

	アライメント	関節弛緩性	関節可動域	関節不安定性
股関節	SMD* 右＝ 左＝　cm	股関節外旋角度＝ 関節弛緩性 有　無	屈曲　伸展　外転　内転　外旋　内旋 右： 左：	
膝関節	正常・O 脚・X 脚 横指	右：有　無 左：有　無 10°↑	屈曲　伸展　5AP (cm)　10AP (cm) 右： 左： 腫脹　熱感　発赤　圧痛　マクマレーテスト 内 右： 外 内 左： 外 脛骨粗面 痛み　熱感　圧痛　膨隆 右： 左：	右　左 外反 0 30 内反 0 30 ラックマンテスト 右　左 N-テスト　右　左 前方引き出し 右　左 後方引き出し 右　左
膝蓋骨	Q-アングル 右＝ 左＝		クラークテスト　グラインディングテスト　圧痛 右： 左：	apprehension テスト 右：有　無 左：有　無
下腿	腫脹　熱感　発赤　圧痛：部位　シンスプリント　下腿径 (cm) 右： 左：			
足関節	leg-heel アライメント 右＝ 左＝	右：有　無 左：有　無	背屈　底屈　熱感　腫脹　圧痛 内 右	右　左 前方　右　左 前方 内反
		45°↓	外 内 左 外	外反 外旋
足部	（扁平，正常，甲高）		他の圧痛部位 右： 左：	

＊SMD：上前腸骨棘-足関節内果間距離
5AP：膝上 5cm 部の大腿周囲径　10AP：膝上 10cm 部の大腿周囲径

＊＊(4)

図 1　J リーグの整形外科チェックシート

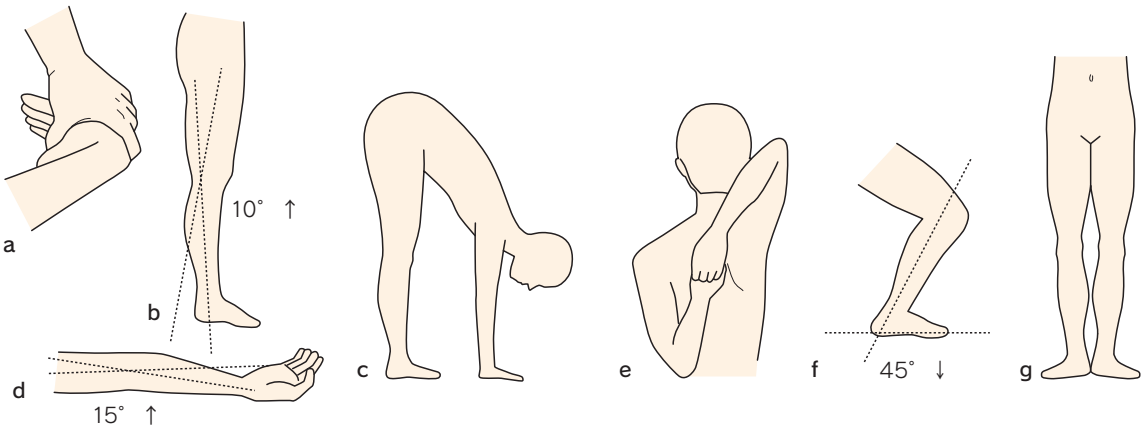


図 2　関節弛緩性テスト（東大式）

a：手関節：母指が前腕の掌側につく．
b：膝関節：10° 以上の過伸展がある．
c：脊柱：体幹前屈にて手掌が床につく．
d：肘関節：15° 以上の過伸展がある．
e：肩関節：背中で指を組むことができる．
f：足関節：膝屈曲位で 45° 以上の背屈が可能．
g：股関節：股関節外旋位で両足部が 180° 以上開く．

（中嶋寛之．日本臨牀 2000；58：115-8[1] より）

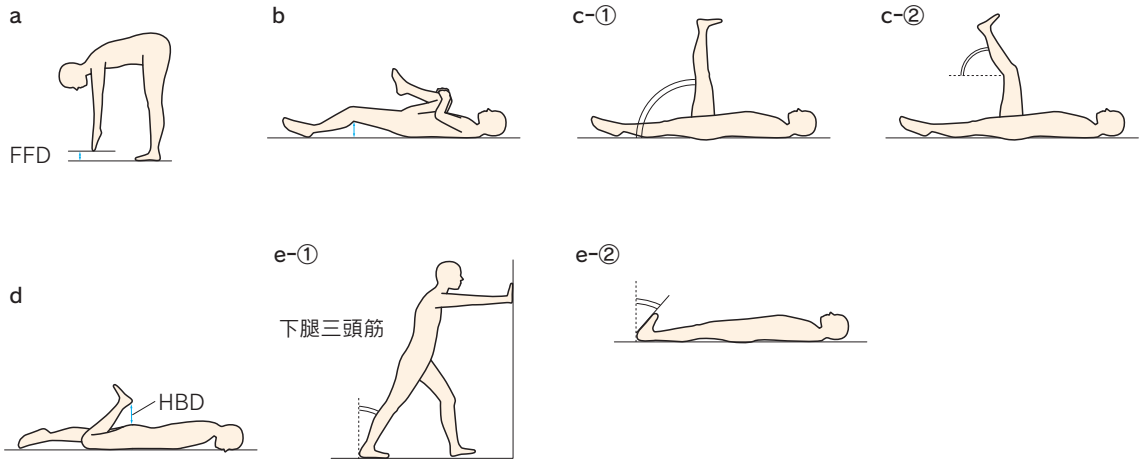


図 3　タイトネスのチェック
a：傍脊柱筋：指床間距離（cm）.
b：腸腰筋：片方の膝を抱えた姿勢で床から膝窩までの距離（cm）.
c：ハムストリング：①下肢伸展挙上角（°），②股関節 90° 屈曲位からの膝伸展（°）.
d：大腿四頭筋：踵部臀部間距離（cm）.
e：下腿三頭筋：①立位膝伸展位での足関節最大背屈角（°），②仰臥位膝伸展位での足関節最大背屈角（°）.
（鳥居俊．臨床スポーツ医学 1996；13：1087-93[4] をもとに作成）

①傍脊柱筋：立位体前屈によって指床間距離（finger-floor distance：FFD）（cm）を計測する．ハムストリングの要素もあり，0 cm 以上（指尖が床につかない）をタイトネスがありとしている[5].

②腸腰筋：片方の膝を抱えた姿勢で床から膝窩までの距離（cm）を計測する．筆者は 5 cm 以上でタイトネスがありとしている．

③ハムストリング：(i) 膝を伸ばして下肢を持ち上げていき，床から何度まで上がるかを計測する．いわゆる下肢伸展挙上（straight leg raising：SLR）テストであり，70° 以下の挙上をタイトネスがありとしている[5].
(ii) 股関節 90° 屈曲から膝を伸展させて何度まで伸展可能かを計測する．

④大腿四頭筋：腹臥位で膝を曲げ，抵抗がでたところで踵部臀部間距離（heel-buttock distance：HBD）（cm）を計測する．0 cm 未満（踵が臀部につかない）の場合や尻上がり現象がみられる場合をタイトネスがありとする．

⑤下腿三頭筋：(i) 立位膝伸展位での足関節最大背屈角（°）を計測する．(ii) 仰臥位膝伸展位での足関節最大背屈角（°）を計測する．いずれも 10° 未満をタイトネスがありとする[5].

表 1　筋肉の柔軟性の低下によって生じる病態

筋肉	病態
傍脊柱筋	腰痛症
腸腰筋	腰痛症，グロインペイン
ハムストリング	肉離れ，鵞足炎，腰痛症
大腿四頭筋	大腿四頭筋付着部症，膝蓋腱症，Osgood-Schlatter 病，有痛性分裂膝蓋骨，Sinding Larsen-Johansson 病
下腿三頭筋	シンスプリント，足底筋膜炎，アキレス腱症

精神的緊張などのコンディションや外傷によっても，筋肉の柔軟性は低下する．柔軟性が低下すると，関節の可動域が低下し，血行が悪くなることで疼痛が生じ，運動器障害発症の要因となる．上記①～⑤の筋肉の柔軟性の低下によって生じる障害に関しては表 1 に示すとおりである．

●アライメント（図 4）

アライメントとは配列・線列のことで，骨形態・骨格の形のことを示す．静的アライメント