ISSN 1340−8577

Japanese Journal of ORTHOPAEDIC SPORTS MEDICINE

日本整形外科スポーツ医学会雑誌

Vol.24 No.4
JULY 2005

整スポ会誌 日本整形外科スポーツ医学会 JPN. J. ORTHOP. SPORTS MED.

第32回日本整形外科スポーツ医学会学術集会
開催のご案内

会　期：2006年(平成18年)6月8日(木)～10日(土)
会　場：沖縄コンベンションセンター(沖縄県宜野湾市)

第31回日本膝関節学会，第32回日本関節鏡学会と合同開催の予定です．
また，第8回日韓整形外科スポーツ医学会を併催いたします．

学会メインテーマ：各種スポーツにおける競技力向上

プログラム：3学会合同セッションなど，現在企画を進めています．

演題募集：詳細は追ってお知らせいたします．

スポーツアクティビティ：沖縄の特色を活かした企画を計画しています．

お問合せ先：第32回日本整形外科スポーツ医学会学術集会登録事務局
〒468-0063　名古屋市天白区音聞山1013
有限会社　ヒズ・ブレイン内
TEL 052-836-3511/FAX 052-836-3510
E-mail joskas2006 @ his-brain.co.jp
URL　http//www.joskas2006.com

第32回日本整形外科スポーツ医学会
会長　岡　崎　壮　之
(九十九里ホーム病院)

Japanese Journal of ORTHOPAEDIC SPORTS MEDICINE



日本整形外科スポーツ医学会

目　次

＜教育研修講演＞
1．日整会認定スポーツ医の今後のあり方
Sports Doctors of JOA should be in the Future
日本大学医学部整形外科学教室　龍　順之助…… 1

＜教育研修講演＞
2．アンチドーピングの活動現場
Current Status of Anti-doping Movement
三菱化学ビーシーエル ドーピング検査室　植木　眞琴…… 7

＜シンポジウムII「発育期スポーツ障害の種目別予防対策」＞
3．少年柔道におけるスポーツ障害への取り組み
Trial for Prevention of Injuries in Kodokan School of Judo Boys Devision
医療法人社団 講道館ビルクリニック　小山　郁ほか… 13

＜シンポジウムV「各競技団体における安全対策の取り組み」＞
4．ラグビーにおける安全対策の取り組み
Safety Measure of Japan Rugby Football Union
日本ラグビーフットボール協会医事部門委員長　丸山　浩一…… 18

＜シンポジウムV「各競技団体における安全対案の取り組み」＞
5．各競技団体における安全対策の取り組み―バレーボール―
Study for Safety of Each Athletic Organization―Volleyball―
JFE 健康保険組合川鉄千葉病院スポーツ整形外科
日本バレーボール協会科学研究委員会医事部担当長　岡崎　壮之…… 22

＜スポーツ治療医学研究会助成＞
6．糖鎖工学を応用したハイブリッド型軟骨スカホールドの作製および軟骨修復に関する研究
Glycotechnological Development of Hybrid Scaffold and Cartilage Regeneration
弘前大学医学部整形外科学教室　大鹿　周佐ほか… 28

＜スポーツ治療医学研究会助成＞

7. 腱移植後早期の骨孔内リモデリング過程における宿主，移植細胞の動態
Behavior of Graft and Host Cells in Early Remodeling Process of Bone Tunnel after Tendon Graft
京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学
（整形外科学教室）　渡邉　信佳ほか… 36

8. Recent Tennis Injuries in Japan
テニスにおける傷害・障害の現況
日本テニス協会医事委員会　奥平　修三ほか… 42

9. Study of Snowboarding Injury at Our Department
当科におけるスノーボード外傷の検討
近畿大学医学部堺病院リハビリテーション科　辻本　晴俊ほか… 50

10. Extracorporeal Shock-wave Therapy（ESWT）for Scaphoid Non-union in Athletes
スポーツ選手の舟状骨偽関節に対する体外衝撃波の治療経験
湘南鎌倉総合病院整形外科　大沼　寧ほか… 55

11. Effects of Running Training on Body Composition, Ovarian Cycle, and Bone Mineral Density：Experimental Comparison between Pre-and Post-Menarcheal Onset of Training
実験動物におけるランニングが体組成，性周期と骨密度に及ぼす影響
―初経前と初経後のトレーニング開始の比較―
早稲田大学スポーツ科学学術院　鳥居　俊ほか… 61

12. A Case Report of Persistent Tension-type Tibial Stress Fracture in a National Volleyball Player
治療が遷延したナショナルバレーボール選手の跳躍型脛骨疲労骨折の１例
加納岩総合病院整形外科　平野　純ほか… 67

13. Does the Toe Out Angle Effect the Knee Mechanics in Sports Activity?
―Analysis of Knee Joint Loading during Side-step Cutting―
サイドステップにおけるトーアウトアングルの重要性
慶應義塾大学医学部整形外科学教室　宇田川和彦ほか… 73

14. Quick Movement in Tennis Footwork―Effectiveness of the Split Step―
テニスフットワークの動作解析―スプリットステップの有効性について―
慶應義塾大学医学部整形外科学教室　尾崎　正大ほか… 81

日本整形外科スポーツ医学会雑誌投稿規定

1992年10月より適用
1998年 9月一部改正
2000年 4月一部改正

雑誌の刊行

1. 年4回発行する.
2. 内1回は学会抄録号とし，年1回の学術集会の際に発行する.
3. ほかの3回のうち1回を英文号とし，原則として学会発表論文を掲載する.
   ほかに自由投稿論文(論述，総説)なども掲載する.

論文の投稿

1. 学会抄録号に掲載する論文は指定する用紙の様式にそってタイプし，締切期日までに提出する.
2. 学会発表論文は，学会終了後，事務局あてに送付する.
3. 自由投稿論文は，事務局あてに送付する.
4. 主著者および共著者は，日本整形外科スポーツ医学会の会員であることを原則とする.
   ただし，内容により上記条件を満たさない場合でも掲載を許可することがある.
5. 学会発表論文，自由投稿論文は未発表のものであることとする．他誌に掲載したもの，または投稿中のものは受理しない．日本整形外科スポーツ医学会雑誌掲載後の論文の著作権は日本整形外科スポーツ医学会に帰属し(学会抄録号掲載論文を除く)掲載後は他誌に転載することを禁ずる．論文の採否は編集委員会で決定する.

学会抄録号掲載論文の編集

1. 抄録用紙の様式にそって，図表を含み800字以上1200字以内の論文を作成する.
2. 印字リボンを用い，見本にしたがって，9ポイント活字で印字する.
3. 論文は，目的，方法，結果，考察，結語，の順に明確に記載する.
4. 演題名，氏名，キーワード(3語以内)を和英併記で所定の箇所に印字し，所属を所定の位置に印字する.
5. 図表の数は2個以内とし，抄録様式の枠内に収まるように配列する.

学会発表論文，自由投稿論文の編集

1. **和文論文**　形式：A 4（B 5）判の用紙にワードプロセッサーを用い作成する．用紙の左右に充分な余白をとって1行20字×20行＝400字をもって1枚とする．その際，フロッピーディスク（テキストファイル）を提出することが望ましい．

体裁：⑴タイトルページ
- a．論文の題名（和英併記）
- b．著者名，共著者名（6名以内）（和英併記）
- c．所属（和英併記）
- d．キーワード（3個以内，和英併記）
- e．連絡先（氏名，住所，電話番号）
- f．別刷希望数（朱書き）

⑵和文要旨（300字以内）
⑶英文要旨（150 words以内）
※要旨には，研究の目的，方法，結果および結論を記載する．
⑷本文および文献
※本文は，緒言，材料および方法，結果，考察，結語の順に作成する．
⑸図・表（あわせて10個以内）（図・表および図表説明文とも英語で作成）

枚数：原則として，本文，文献および図・表，図表説明文をあわせて22枚以内とし，上限を40枚以内とする．ページの超過は認めない．
掲載料については11．を参照すること．
※図・表は1個を原稿用紙1枚と数える．

2. **英文論文**　形式：A 4 判のタイプ用紙に，ワードプロセッサーを用い，用紙の左右に充分な余白をとって作成する．1枚の用紙には35行以内とし，1段組とする．その際，フロッピーディスク（テキストファイル）を提出することが望ましい．

体裁：⑴タイトルページ
- a．論文の題名（和英併記）
- b．著者名，共著者名（6名以内）（和英併記）
- c．所属（和英併記）
- d．キーワード（3個以内，和英併記）
- e．連絡先（氏名，住所，電話番号）
- f．別刷希望数（朱書き）

⑵英文要旨（abstract）（150 words以内）
⑶和文要旨（300字以内）
※要旨には，研究の目的，方法，結果および結論を記載する．
⑷本文および文献
※本文は，緒言，材料および方法，結果，考察，結語の順に作成する．
⑸図・表（あわせて10個以内）（図・表および図表説明文とも英語で作成）
⑹英語を母国語とする校閲者の署名

枚数：原則として，本文，文献および図・表，図表説明文をあわせて22枚以内とし，上限を40枚以内とする．ページの超過は認めない．
掲載料については11．を参照すること．
※図・表は1個を原稿用紙1枚と数える．

3. **用　語**

●常用漢字，新かなづかいを用いる．

●学術用語は，「医学用語辞典」(日本医学会編)，「整形外科学用語集」(日本整形外科学会編)に従う．

●文中の数字は算用数字を用い，度量衡単位は，CGS 単位で，mm，cm，m，km，kg，cc，m^2，dl，kcal，等を使用する．

●文中の欧文および図表に関する欧文の説明文などは，ワードプロセッサーを使用する．

●固有名詞は，原語で記載する．

4. **文献の使用**

●文献の数は，本文または図・表の説明に不可欠なものを20個以内とする．

●文献は，国内・国外を問わず引用順に巻末に配列する．

●本文中の引用箇所には，肩番号を付して照合する．

5. **文献の記載方法**

●欧文の引用論文の標題は，頭の 1 文字以外はすべて小文字を使用し，雑誌名の略称は欧文雑誌では Index Medicus に従い，和文の場合には正式な略称を用いる．著者が複数のときは筆頭者のみで，共著者を et al または，ほかと記す．

(1)雑誌は，著者名(姓を先とする)：標題．誌名，巻：ページ，発行年．

例えば

山○哲○ほか：投球障害肩の上腕骨頭病変―MRI と関節鏡所見の比較検討―．整スポ会誌，19：260−264, 1999.

Stannard JP et al : Rupture of the triceps tendon associated with steroid injections. Am J Sports Med, 21 : 482−485, 1993.

(2)単行書は著者名(姓を先とする)：書名．版，発行者(社)，発行地：ページ，発行年．

例えば

Depalma AF : Surgery of the shoulder. 4th ed. JB Lippincott Co, Philadelphia : 350−360, 1975.

(3)単行書の章は著者名(姓を先とする)：章名．In：編著者名または監修者名(姓を先とする)，ed．書名．版，発行者(社)，発行地：ページ，発行年．

例えば

Caborn DNM et al : Running. In : Fu FH, ed. Sports Injuries. Williams & Wilkins, Baltimore : 565−568, 1994.

6. **図・表について**

●図・表などはすべて A4 (B5) 判の用紙に記入もしくは貼付し，本文の右側欄外に図・表挿入箇所を指示する．

●図はそのまま製版できるように正確，鮮明なものを使用し，X線写真，顕微鏡写真はコピー原稿にも紙焼きしたものを添付する．

●写真は，手札またはキャビネ以上 B5 判までとし，裏面に論文中該当する図表番号と天地を明記し，台紙にはがしやすいように貼付する．

7. 投稿時には，本原稿にコピー原稿 2 部(図・表を含む)を添え提出する．フロッピーディスクを添付する場合も，本原稿およびコピー原稿 2 部(図・表を含む)は必ず提出する．

8. 初校は著者が行なう．著者校正の際は単なる誤字・脱字の修正以外は，加筆・補正を認めない．著者校正後は速やかに(簡易)書留便にて返送する．

9. 編集委員会は査読のうえ，論文中の用語，字句表現などを著者に承諾を得ることなしに修正することがある．また，論文内容について修正を要するものは，コメントをつけて書き直しを求める．

10. 論文原稿は，返却しない．

11. 掲載料は，刷り上がり 6 頁(タイトルページと400字詰め原稿用紙22枚でほぼ 6 頁となる)までを無料とする．超過する分は実費を別に徴収する．

12. 別刷作製に関する費用は実費負担とする．希望する別刷数を，投稿時タイトルページに朱書きする．別刷は，掲載料，別刷代金納入後に送付する．

■原稿送り先
日本整形外科スポーツ医学会雑誌編集室
〒106-0046　東京都港区元麻布3-1-38-4B
有限会社　ヒズ・ブレイン 東京オフィス内
TEL 03-3401-6511 / FAX 03-3401-6526

編集委員（2004年度）

◎竹田　毅
○松末　吉隆　井樋　栄二　岡村　良久　金谷　文則
土屋　明弘　成田　寛志　馬場　久敏　廣橋　賢次
堀部　秀二　松本　秀男　宗田　大　山本　晴康

編集委員（2005年度）

◎竹田　毅
○宗田　大　井樋　栄二　内尾　祐司　大森　豪
岡村　良久　齊藤　知行　成田　寛志　堀部　秀二
松本　秀男　安井　夏生　山本　晴康
（◎担当理事　○委員長）

Instructions to Authors

Submissions

Please submit three complete sets of each manuscript (one original and 2 duplicates) with tables, illustrations, and photos, in English, and floppy disc. Authors whose mother tongue is not English should seek the assistance of a colleague who is a native English speaker and familiar with the field of the work. Manuscripts must be typed double-spaced (not 1.5) with wide margins on A4 (approx. 210 × 297 mm) paper. The manuscript parts should be ordered : title page, abstract, text, acknowledgements, references, tables, figure legends, and figures. Standard abbreviations and units should be used. Define abbreviations at first appearance in the text, figure legends, and tables, and avoid their use in the title and abstract. Use generic names of drugs and chemicals. Manuscripts of accepted articles will not be returned. The editors may revise submitted manuscripts without any notice prior to publication.

1. *The title page* of each manuscript should contain a title (no abbreviation should be used), full name of the authors (within 7 authors), complete street address of the department and institution where the work was done, keywords (3) and the name and address of the corresponding author, including telephone and fax number.

2. *The abstract* is to be one paragraph of up to 150 words giving the factual essence of the article.

3. *The text and references* should not exceed 40 double-spaced pages. The number of figures and tables together should be limited to 10. The text should follow the sequence : Purpose of the Study, Methods, Results, Discussion and Conclusion.

4. *References* should be limited to 20. When there are co-authors, please type "et al" after the author's name. The list of references should be arranged in order of appearance and should be numbered in superscript numbers. Abbreviations of journal names must conform to those used in Index Medicus. The style and punctuation of the references follow the format illustrated in the following examples :

(1) Journal article
Kavanagh BF et al : Charnley total hip arthroplasty with cement. J Bone Joint Surg, 71-A : 1496-1503, 1989.

(2) Chapter in book
Hahn JF et al : Low back pain in children. In : Hardy RW Jr, ed. Lumbar Disc Disease. Raven Press, New York : 217-228, 1982.

(3) Book
Depalma AF : Surgery of the shoulder. 4th ed. JB Lippincott Co, Philadelphia : 350-360, 1975.

5. *Tables* should be given brief, informative title and numbered consecutively in the order of their first citation in the text. Type each on a separate piece of paper. Tables must be no longer than a single sheet of A4 paper. The definition of all abbreviations, levels of statistical significance, and additional information should appear in a table footnote.

6. *Figure legends* should be typed double-spaced on a separate sheet of paper. All abbreviations should be defined at first use, even if already defined in the text. All characters and symbols appearing in the figure should also be defined.

7. *Figures* should be cited consecutively in order in the text. Figures are to be provided as

black-and-white glossy photographs. Provide either the magnification of photomicrographs or include an internal scale in the figure. The height and thickness of letters and numbers in illustrations must be such that are legible when the figures are reduced. The figure number, name of the first author, and top of the figure should be written lightly in pencil on the back of each print. Do not mount photos.

8. *Photos and illustrations* should be card size (approx. 74×113 mm) or cabinet size (approx. 106×160 mm), and photo packs or photo compositions must be no longer than a sheet of A4 paper. When submitting a figure that has appeared elsewhere, give full information about previous publication and the credits to be included, and submit the written permission of the author and publisher. The previously published source should also be included in the list of references.

教育研修講演

日整会認定スポーツ医の今後のあり方

Sports Doctors of JOA should be in the Future

日本大学医学部整形外科学教室　龍　順之助　Junnosuke Ryu

運動器の10年とは，2000～2010年の10年間に運動器疾患の制圧を目指す，The Bone and Joint Decade世界運動としてスウェーデン，ルンド大学のリドグレン教授により提唱され，国連，WHOや世界の90ヵ国以上が参加して活動している．すでに4年が経過したが，国内外でさまざまな取り組みがなされている．日本における運動器の10年は，国民運動の4本柱の推進である．その4本柱は，国民の健康増進，生活習慣病の予防，生活機能低下の予防，難治性疾患の克服とされている(図1)．2004年はオリンピックイヤーで，8月中旬よりアテネオリンピックが開催された．そのこともあり，例年より国民の間でスポーツへの関心が高くなっている．

1．スポーツ医とは

スポーツ医とは，スポーツを理解しスポーツ医学に対する十分な知識を持ち，スポーツに関連する医学的な問題を進んで解決しようとする意志を持っている医師を指す．スポーツ医が対象とする人々は，まず学校生徒(成長期)で，小中学校，高等学校の生徒の学校スポーツ，クラブ活動などを援助するものである．次に成人スポーツ選手への対応として，大学スポーツ，社会人スポーツ，プロスポーツへのスポーツ傷害の予防と治療にあたる．さらに市民スポーツの推進として，一般市民のスポーツ活動を推進し，市民のスポーツの活性化とスポーツ傷害の予防をはかる．近年，高齢者リハビリテーションへの関与として，スポーツを通して高齢者がリハビリテーションを実行することが推奨されている．その他，現在問題となっている中高齢者の生活習慣病の予防，治療のため，スポーツあるいは運動を通して，その活動を行うなどがスポーツ医の目標である．

龍順之助
〒173-8610 東京都板橋区大谷口上町30-1
日本大学医学部整形外科学教室
TEL 03-3972-8111/FAX 03-5966-8644

2．スポーツ医の役割

スポーツ医の役割としてスポーツ外傷の予防やスポーツ外傷の治療，これらに関しては医療機関での対応，またチームドクター，マッチドクターなどで試合場での対応，さらに患者を各スポーツ専門医へと紹介することなどもスポーツ医の役割として重要である．

スポーツ医が行うべきスポーツ外傷やスポーツ事故の予防対策として，個々のスポーツをルールを含めよく理解すること，スポーツ外傷の受傷起点の解明，事故発生機序の解明，さらに調査に基づいた危険の認識および用具，グラウンドの改善，改良などの対策が必要である．

スポーツ外傷・障害の治療，予防として，スポーツ現場での救急活動，医療機関での初期治療，スポーツ関連患者の症例の積み重ね，スポーツ外傷，障害の病態の解明，スポーツ障害者がスポーツへ復帰するためのアスレチック・リハビリテーションの推進などが挙げられる．また健康維持，増進のためにメディカルチェックの重要性の強調，選手の健康管理などが考えられる．選手の強化として，トレーニングの処方，コンディショニング，スポーツ心理学，バイオメカニクスの応用などが重要である．スポーツ外傷の予防，治療の実際として，医事相談，スポーツ医学に関する講義，スポーツ医学の啓蒙活動が必要である．また，これからのスポーツ整形外科の課

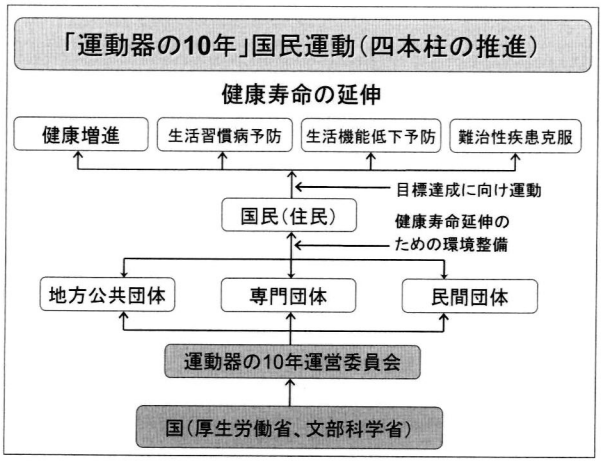


図1 「運動器の10年」国民運動（4本柱の推進）

題として，診断では，非侵襲性で機能的な診断法の開発，治療では，非侵襲性で機能的な治療の追及，保存的治療の徹底的な究明，小侵襲性手術の工夫（鏡視下手術），骨，筋肉，靱帯，軟骨損傷に対する遺伝子治療の導入，スポーツ外傷の予防では，スポーツ現場との連携によって受傷起点の徹底的な解明，コンディショニングの工夫，予防用装具の開発などが挙げられる．

3．スポーツ医の団体

現在日本には3つのスポーツ医団体がある．日本体育協会（日体協）公認のスポーツ医制度は，1982年に発足した．次に，日本整形外科学会認定スポーツ医制度が1986年に発足，さらに遅れて，日本医師会の健康スポーツ医が，1991年に発足した．この3つの団体スポーツ医制度が，現在活動中である．

（1）日体協の公認スポーツ医は，2004年7月現在，各競技団体を含め4,120名おり，その役割として，各競技団体のスポーツ選手の健康管理，各競技のスポーツ外傷の診断と治療，予防，スポーツ参加者の健康診断，競技会開催に際しての医事運営，チームドクターとしての参加，各種団体の競技力向上，競技会開催などであり，主として高いレベルの選手を対象としていることが多い．

（2）日本医師会の健康スポーツ医は，2004年7月現在，16,390名おり，取得方法は，各地区医師会に所属した医師が基礎研修標準カリキュラムを21単位取得して申請する．健康スポーツ医の役割として，地域保健の中でのスポーツ，運動の指導，スポーツマンの医学的治療，メディカルチェック，運動処方，地域住民の運動処方を行う．各種指導者へのスポーツにおける指導，助言，学校保健，産業医活動の中での指導などで，主として一般市民を対象とする．

（3）日整会認定スポーツ医の目的は，整形外科医の中でスポーツ医学に関心の高い医師に対して，一定の研修を積ませスポーツ医学を習得させ，とくに運動器のスポーツによる外傷，障害の診断や予防に携わる医師を養成し，さらに研修，実践を重ねてそのレベルを向上させることである．

日整会認定スポーツ医は，2004年7月現在，4,504名で，日整会全会員数21,586名の21%を占める．取得方法として日整会専門医がスポーツ単位，35単位を研修した後に申請し，取得することができる．また更新時には，5年間で12単位が必要である．日整会の認定スポーツ医の年齢構成は，30～40歳が477名（11%），41～50歳が1,736名（39%）と大多数を占めている．

日整会スポーツ医の入会時期で最も多いのは1976年～1988年（1986年発足）であった．日整会スポーツ医の都道府県別の4,491名の内訳として，最も多いのは東京都の525名，次いで大阪府の408名，神奈川県の277名，福岡県の256名である．一方少ないのは，青森県の22名，沖縄県の25名，和歌山県の27名である（図2）．

日整会スポーツ委員会は，担当理事と委員10名より構成され，任期は2期4年である．委員会の仕事内容は，①認定スポーツ医の認定，研修会の開催，②認定スポーツ医の更新，研修会の開催，③スポーツ関連の講演のスポーツ単位の認定，④認定スポーツ医の役割，メリットの向上を目指して活動している．

日整会認定スポーツ医の課題として，①スポーツ医の一本化への検討，②日整会スポーツ医のメリットの向上，③日整会認定スポーツ医と日本整形外科スポーツ医学会との連携，④高齢者リハビリテーションへの参加，役割の分担，⑤スポーツによる運動器生活習慣病の予防と治療へのかかわりなどである．さらに2005年度より「整形外科医の学校保健へのとり組み」を担当することになった．

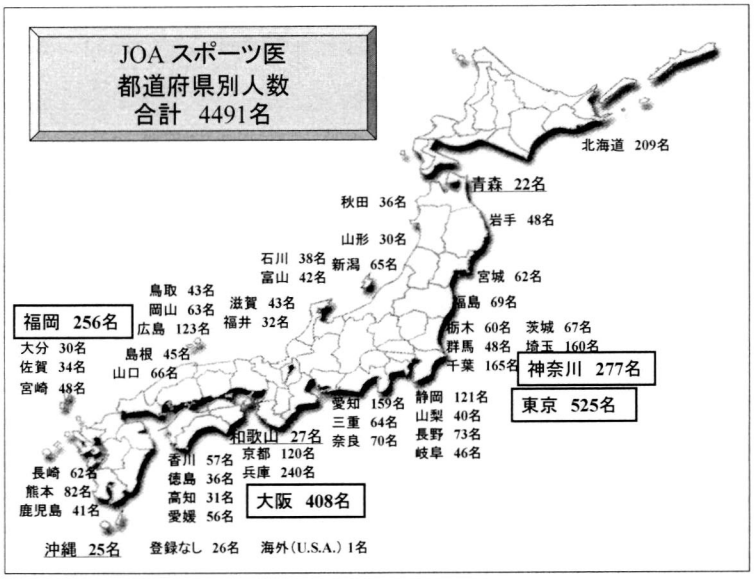


図2 JOA スポーツ医都道府県別人数(2004 年 6 月現在)

4．スポーツ医の統合

現在スポーツ医の一本化を目指しているが，これはスポーツ医を1つにして「国民にわかりやすいスポーツ医」を制定するという試みである．しかし，日体協は，各種スポーツの競技力の向上を主な目標としており，そのスポーツ医もオリンピック選手や，あるいは大学，社会人などの専門の競技者が主な対象である．それ故，日整会認定スポーツ医や日本医師会の健康スポーツ医とは目的が異なっている．一方，日整会スポーツ医と日本医師会健康スポーツ医は，歩み寄る可能性を残している．しかし，日整会スポーツ医は，6年間の研修後，整形外科専門医を取得しさらにスポーツの単位，35単位取得のための研修を受けて取得するものであり，日本医師会の健康スポーツ医は，医師会員が21単位を研修し，申請により比較的容易に取得することが可能となっており，スポーツおよび医学的な知識のレベルがかなり異なっている．

スポーツ医制度の一本化について長く検討されたが，日整会認定スポーツ医制度と日医健康スポーツ医制度との統合一本化は現時点では行わず，日整会認定スポーツ医制度は専門性を確保するために独自に存続することが望ましいと考えられている．しかし両者の歩みよりにより，日整会認定スポーツ医になるには，まず日医認定健康スポーツ医資格を取得し，その後，日整会独自の研修を受けることで日整会認定スポーツ医の資格を取得することが可能という制度をもうけることが，2003 年 1 月の日整会スポーツ委員会の提案である．しかし，日医認定健康スポーツ医を取得するために日本医師会への入会を条件としている都道府県があり，若い医師には医師会入会のための費用などが問題となる(図3)．

現時点で，日整会認定スポーツ医取得のメリットはほとんどない状態であり，名刺に記載できる程度のことである．日整会認定スポーツ医取得のメリットの向上のために，地域別，種目別の名簿を作成し，日整会ホームページへの名簿を公表し，患者さんが受診しやすく，また医師同士紹介しやすくすることが必要である．さらに，日整会認定スポーツ医の世間への広告を行うこと，また，スポーツ医名簿の整理とともに小冊子「スポーツ医へのかかり方」の改訂を行い，これを広く広告する必要がある．

日整会認定スポーツ医の役割として，①スポーツマンの健康管理，とくに整形外科的メディカルチェック，②運動器のスポーツ外傷，傷害の予防，診断，治療，手術療法を含むスポーツ整形外科，スポーツ外来といった窓口を設けることも可能である．1991 年日本整形外科学会スポーツ委員会によ

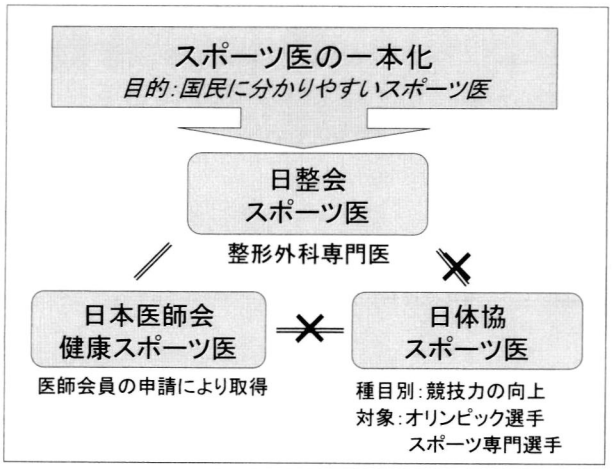


図3　スポーツ医の一本化

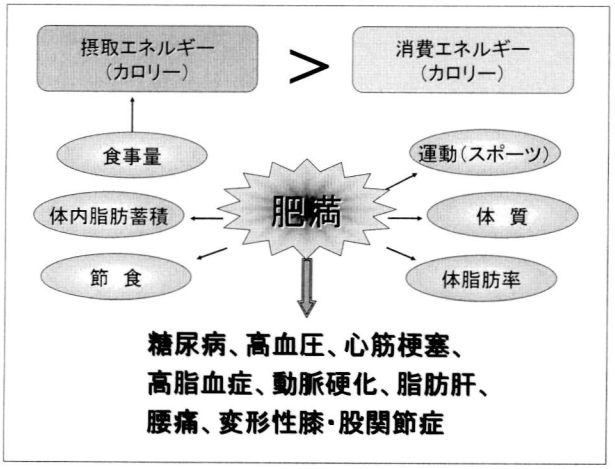


図4　肥満と生活習慣病

り，「ケガをしたときのスポーツ医へのかかり方」を発行し，スポーツ医への受診の手助けとしている[1]．③アスレチック・リハビリテーション，運動療法の指導あるいは処方，④チームドクター，チームの顧問などスポーツのチームに医師として貢献，⑤スポーツ大会の救護活動，⑥スポーツ医事相談，⑦スポーツ医学の教育，講習の企画・参加，⑧身体障害者スポーツへの協力活動などが挙げられる．

次に高齢者リハビリテーションへのかかわりとして，①高齢者リハビリの有用性と現状を把握すること，②転倒防止，要介護者の減少，廃用性症候群の予防，治療を目的とすること，③高齢者体操ビデオを作成する(これは現在日整会スポーツ委員会で完成)，④高齢者の筋肉トレーニングのメニュー作成などである．

5．スポーツによる生活習慣病の予防

次にスポーツによる生活習慣病の予防と治療についてのスポーツ医のかかわりについて検討する．生活習慣病は生活習慣によって生じる疾患や，病的な身体の状態を指す．根底に肥満が関係していることが多く，その結果に動脈硬化，高脂血症，高血圧，虚血性心疾患，糖尿病，骨粗鬆症などが生活習慣病として認定されている[2]．

さらに現在，膝関節の変形性関節症も生活習慣病として捉えられようとしている．

運動のもたらすメリットとして，①血糖の降下とインシュリン感受性の増大，②定期的な運動の継続による，心血管系異常にかかわる危険因子の改善，超低比重リポ蛋白および低比重リポ蛋白の低下，HDL コレステロールの増加，③高血圧の改善とこれによる，心負担度の軽減，④運動能力の改善，向上，⑤精神的不穏の解消と生活の質の向上が報告されている．

(1) 肥満とスポーツについて，肥満によって糖尿病，高血圧，心筋梗塞，高脂血症，動脈硬化，脂肪肝，腰痛，変形性膝・股関節症が発症する．肥満は体質と関連しているが，肥満は運動により改善される．肥満によって，体内の脂肪が蓄積され，体脂肪率が高くなる．節食することが肥満を予防することに重要である．食事量が多いと摂取エネルギーが高く，カロリーが蓄積され，また消費エネルギーより摂取エネルギーが高いと肥満となる(図4)．

(2) 糖尿病とスポーツについて，糖尿病にはⅠ型としてインシュリン依存型，インシュリン分泌低下型のもの，Ⅱ型としてインシュリン非依存型，インシュリン受容体の感受性が低下している状態がある．スポーツはⅡ型に有効である．グルコース代謝量は，(インシュリン感受性)の比較として鍛錬した人は，非鍛錬者あるいは，肥満，糖尿病患者，単純肥満者に比して，グルコースの代謝量は高い傾向にある．トレーニングをすることによって，インシュリンの感受性の上昇が起こる．

(3) 狭心症，心筋梗塞とスポーツについて，心筋梗塞の予防と治療のために運動することによって心

筋の供給能が向上し，心筋の酸素需要が低下し，心筋梗塞の予防となる．また運動することによって心筋梗塞を引き起こす，肥満，糖尿病，高血圧，高脂血症を少なくすることが可能になる．虚血性心疾患のリスクファクターとして，高脂血症，高血圧，喫煙，運動不足，ストレス，肥満，高齢などがある．マラソンランナーのトレーニング中止後の心臓容積を調べたイスラエルの報告によると，心臓の容積はトレーニング中止とともにだんだんと低下してゆく．

(4) 高血圧とスポーツについて，運動することによって高血圧の治療，予防が可能になる．運動することによって，心拍出量の減少，動脈の弾力性の増加が起こり，末梢血管の抵抗性の低下が起こる．それによって高血圧を予防することが可能になる．高血圧に適するスポーツとして，ウォーキング(6 km/h)，ハイキング(標高2,000 m以下，4 km/h)，軽いランニング，サイクリング，ゴルフ(1ラウンド)，テニス(ゲームは除く)，水泳，ダンス，卓球などがある．高血圧に適さないスポーツとして，短距離走，重量挙げ，サッカー，テニス(ゲーム)，卓球(ゲーム)，器械体操，レスリング，ボクシング，ラグビーなどが挙げられる．高血圧症の運動療法として，第5次アメリカ高血圧合同委員会より，35～45分間の速歩きを週に3～5回行うことが適切であると報告されている．

(5) 骨粗鬆症とスポーツについて，骨粗鬆症はX線像として四肢の長管骨の端に近い部分の骨折，脊椎の圧迫骨折，変形，四肢の脊椎椎体の骨量の減少，長管骨の皮質の希薄化などが挙げられる．臨床症状として，円背，身長低下，慢性腰背痛，急性腰背痛(脊椎の圧迫骨折)，その他小さな外力での四肢の骨折などがある．運動によって骨量，骨密度が増加し，骨粗鬆症の予防，骨折の予防，治療が可能となる．最大骨塩量，骨塩減少を左右する因子として①人種などのgenetic factor，②生活習慣，③運動量，④食事習慣，⑤ホルモンによるコントロールが挙げられる．

(6) 変形性膝関節症とスポーツについて，変形性膝関節症の関連因子として，①肥満，②筋力の低下，③運動不足，④加齢，⑤女性，⑥何らかの原因疾患があるなどである．運動不足は，大腿四頭筋力の低下を生じ，膝関節の不安定を生じ，その結果，軟骨変性を生じ，変形性膝関節症となる．また運動不足は体重を増加させ，肥満となり，荷重が負荷となり関節軟骨の変性を生じる．変形性膝関節症は，高齢，女性，遺伝に有意な関連を示している．変形性膝関節症になると，疼痛があるため運動不足になり，これが悪循環になり悪化につながる．

(7) スポーツによる外傷性関節症も報告されており，サッカーでは膝関節症，野球では肘関節離断性骨軟骨炎(少年野球)，肘関節の遊離体などが生じる．アメリカンフットボールでは膝，手指，足関節の関節症，体操選手は肩，肘，手の関節症，ラグビーはスクラムにより，頚椎や腰椎の関節症，重量挙げは腰椎に負担がかかり腰椎に関節症を発症する．またレスラーは膝，肘関節症，腰椎，頚椎症，力士も同様に膝，肘関節症，腰椎，頚椎症，ロッククライマーは手指の関節症，スカイダイバーは腰椎，足関節症，ボクサーは手指の母指のCM関節症を生じる．ランニングが関節症を発症するか否か議論のあるところだが，ある報告では女性の運動選手は，運動をしない対象となる女性に比べて2～3倍の骨棘形成が認められ，長期間の激しい運動は，関節症の原因になりうるとされている[3]．

腰痛とスポーツおよび生活習慣について，腰痛の原因として生活の習慣が挙げられる．座って仕事をする時の座り方，車の運転の姿勢も腰痛の原因となる．

(8) 運動不足には5つの大罪がある．運動不足によって，①スタミナをなくす，②抵抗力を弱める，③肥満を増長する，④スタイルを悪くする，⑤老化を早めるなどがある．運動を行っていた人が運動を途中でやめる理由として，①時間がない，②運動の場所が思うにまかせない，③仲間がやめた，④指導者がいない，⑤家族の無理解，⑥健康上の理由，⑦転勤，⑧なんとなく，などが報告されている．

(9) 運動療法の禁忌として，①不安定狭心症，心筋梗塞発作直後，コントロール不良の高血圧(220/120 mmhg以上)，③うっ血性心不全，④重症不整脈，⑤1分間に100以上の頻脈，⑥心筋炎，心内膜症，塞栓症，血栓性静脈炎，コントロール不能の糖尿病，急性心疾患，発熱，解離性大動脈瘤，運動禁止の整形外科疾患などが挙げられる．

以上，根気のよい適度なスポーツは，生活習慣病を予防し，治療することが可能であり，積極的に推められるべきである．

結　語

日整会認定スポーツ医の今後の課題として，①日本整形外科学会の世間への広告，②スポーツ外傷，障害の予防と治療につき地域住民，学校保健，高校，大学などでの積極的な取り組み，③高齢者リハビリへの取り組み，④生活習慣病の予防，治療，とくに運動を扱うため，骨粗鬆症，腰痛症，変形性膝関節症へのスポーツ医としての取り組み，⑤運動器の10年への協力などが挙げられる．

文　献

1）日本整形外科学会：ケガをしたときのスポーツ医へのかかり方，第1版．大日本印刷社，東京：1991.
2）池上晴夫：スポーツ医学Ⅰ・肥満と運動．朝倉書店，東京：1-32，1994.
3）Konradsen L et al：Long distance running and osteoarthrosis. Am J Sports Med, 18：379-381, 1990.

教育研修講演

アンチドーピングの活動現場

Current Status of Anti-doping Movement

三菱化学ビーシーエル ドーピング検査室 植木 眞琴 Makoto Ueki

●Key words
ドーピング，ペプチドホルモン，国内反ドーピング組織
Doping：Peptide hormone：NADO

●Abstract

Division of powers in anti-doping movement is carefully maintained and independent anti-doping organization and arbitration organization for sports are recently established in Japan in addition to sports administrative bodies such as national sports federations. These activities ensure privacy and rights of athletes in question for doping offence. Roles of anti-doping laboratory are defined in international standard for laboratories (ISL) issued by the World Anti-doping Agency. The ISL requires laboratory not only testing and the result reporting, but also to keep interactive communication and cooperation with anti-doping organizations. Research and development are integral parts of laboratory activities for minimizing doping by keeping pace of the testing program with current pattern of doping.

This chapter refers to roles and activity of accredited doping control laboratories.

緒　言

近年，ドーピング違反が疑われている選手のプライバシーと権利を保護するための配慮からアンチドーピング活動における関係団体の中立性が重視されるようになり，日本においてもスポーツ競技団体に加えて独立のアンチドーピング組織とスポーツ仲裁組織が設立された．検査機関の役割は世界アンチドーピング機構が制定した「ドーピング検査機関の国際基準(ISL)」に規定されており，それによれば検査機関には検査の実施と結果の報告のほかに，反ドーピング組織との相互連絡と協力を保つことが求められている．

テストプログラムを最新のドーピング手法にあわせて更新しドーピング問題を最小限に食い止めるためには，研究開発も検査機関の活動の重要な要素となる．

ここでは，検査機関の役割とその活動について解説する．

植木眞琴
〒174-8555 東京都板橋区志村3-30-1
三菱化学ビーシーエル ドーピング検査室
TEL 03-5994-2351/FAX 03-5994-2990

1. 反ドーピング運動における公認ドーピング検査機関の位置づけ[1)]

現在ドーピング検査に携わる主なスポーツ関連機関として，アマチュアの競技スポーツでは各スポーツ競技連盟(NF)およびそれらを統括する日本オリンピック委員会(JOC)があり，また国民スポーツレベルでは各都道府県体育協会(PSA)とそれらを統括

する日本体育協会(JASA)がある．一方プロスポーツには各プロスポーツ競技連盟(PSO)から構成される日本プロスポーツ協会(JPSA)が存在する．プロ・アマ選手が同じ競技会に参加するいわゆるオープンスポーツと呼ばれる競技では，プロ・アマ競技を統括する組織，または両者を統合した組織が存在する．これらの国内スポーツ組織(NSO)は，大会を開催し選手と直接の利害関係をもつ立場にある，いわばスポーツ執行機関ということができる．かつて検査機関はこれらのスポーツ競技連盟・統括団体からの直接の依頼によって検査を実施していたが，FIFA などのごく一部を除くほとんどの団体が，検査結果を中立な立場で審査する機構を備えていなかったため，その後，検査の透明性と中立性を高める目的で特定のスポーツ選手や競技運営とは直接の利害関係を持たない反ドーピング組織が設立されるようになってきた．その1つが，国際オリンピック委員会(IOC)と各国政府間組織(IGO)との協力のもとに1999年に設立された世界アンチドーピング機構(WADA：本部モントリオール)であり，このような国際的な動きに対応して2001年に国内に設置されたのが日本アンチドーピング機構(JADA：本部北区西が丘)である．JADA のような国内反ドーピング組織(NADO)は今後随時各国に設置され，WADA との連携を保ちながら各国内の反ドーピング運動を支えて行くものと予想される．WADA/NADO は，国際/国内反ドーピング規則を改訂・公布し，その遵守状況を監視する立場にあり，いわばスポーツ界における立法府に相当する．

現在国内大会や日本選手の競技外検査(OOCT)では，主として NF から直接または JADA を経由してドーピング検査を請け負い，その検査結果を JADA に，必要に応じて控えを依頼者である NF に報告し，検査結果が適切に処理されていることを相互監視できるようなシステムが採られている．

陽性を示すドーピング検査の手続き・検査技術・処罰決定などのプロセスに何らかの疑義が生じた場合には，選手に弁明の機会が与えられるが，一般の裁判所に提訴した場合，結審までに数年を要し，その間選手には競技への参加が認められない．そこで1984年には迅速な裁定を目的として，国際裁判所の裁判官で，IOC の委員であるムバイエ氏によって国際スポーツ裁判所(CAS)が設立された．長野オリンピック冬季競技大会の期間中には CAS が長野市に一時事務所を開設し，ドーピング疑い例の裁定を行った．それから5年たった2003年になってようやく日本にもスポーツ仲裁機構(JSAA)が国立競技場内に設立され，日本スポーツ界の三権分立体制が整うことになった(図1)．

以上のような反ドーピング運動の現場において，ドーピング検査機関は，WADA の技術審査と認定のもとに質の高い分析サービスを提供することが求められており，WADA 同様，選手やスポーツ競技連盟・統括団体から中立の立場でドーピング対策に関わっている．

2. 公認ドーピング検査機関の活動

現在，世界のスポーツ界で共通に適用されている反ドーピング規則は，2003年3月にコペンハーゲンで開催された World Conference on Doping in Sport においてコペンハーゲン宣言として採択された，いわゆる WADA コードの改訂版であり，そのレベル2文書 International Standard for Laboratories (ISL)に公認検査機関の業務指針が記載されている[2)]．

ISL によれば，検査機関の主な役割および義務は，①検査結果の IF/WADA 当局への報告，②検体受領時の不都合に関する検査依頼者への通知，③検査結果の秘密保持，④文書管理規則に基づく記録類・生データの保管，⑤ドーピング検査技術に関する習熟度試験(PT)への参加，⑥検査統計の WADA への報告，⑦研究開発の成果および予定の WADA への報告，⑧ドーピングに関する新規知見に関する WADA との連絡，などとされており，検査業務ばかりでなくドーピングにまつわる最新の情報について，関連機関と相互に連携しながらより効果的な反ドーピング活動を展開することが求められている．

とくに検査統計の報告，研究開発および新規知見に関する相互交流は検査結果を反ドーピング対策にフィードバックし，より効果を上げるために重要である．

図2に2002年および現時点で最新のドーピング検査統計の例を図示した．このグラフは2003年の統計が従来のそれと大きく異なることを示している．

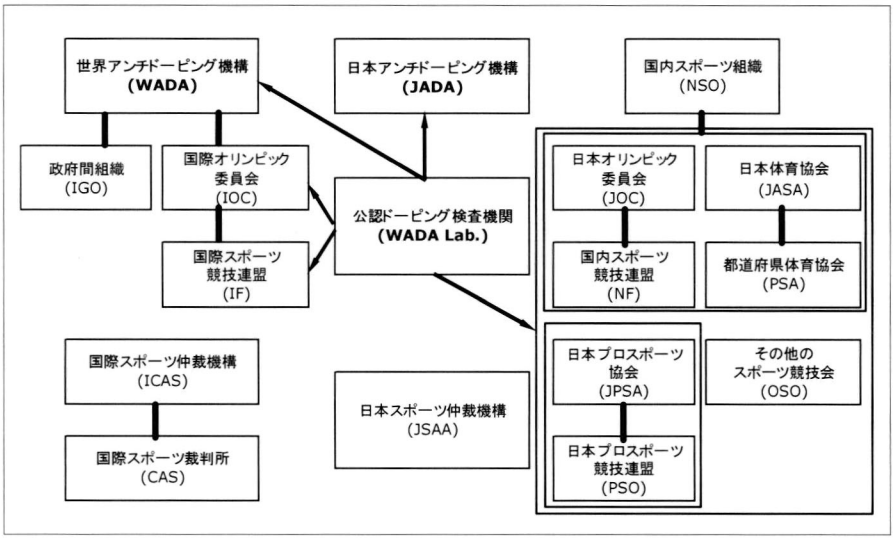


図1 反ドーピング運動に関わる組織とその相互関係

具体的には，ペプチドホルモンの陽性数と陽性率は前年には全陽性例のうち41例1.7%であったのに対して，2003年の統計では79例2.9%と大幅に増加した．これはEPOの検査が2002年から本格化し，検出率が向上したためと考えられる．同じく2003年から統計を取り始めたコルチコステロイドは286例で全陽性の10.5%を占め，多くの選手が使用していることを裏付ける結果であった．コルチコステロイドは全身的投与によって競技中の精神的な苦痛を緩和したり，コルゾール・コルチゾンなど体内にも存在する薬剤の大量投与によって，他のテストステロン系ステロイドの使用の痕跡を隠すなどの目的で使用される可能性があり，一部の持久系競技では問題となっていた．一般にはコルチコステロイドを含む皮膚用の軟膏が数多く出回っておりOTCとして使用される頻度も高いが，検査だけでは両者の区別が難しくトラブルを招きやすいので，正当な医学的目的での使用に際しては用法・用量に注意し，事前に当該スポーツ競技団体に治療目的使用申告書(TUE)を提出し，許可を得ておく必要がある(2005年のWADA規則からコルチコステロイドの皮膚用剤に限り使用に際してTUE申告が不要になった)．かつては大麻の使用はスポーツでの競技力向上に効果がないとされ，積極的には検査が実施されていなかったが，われわれが担当した長野冬季五輪ではダウンヒルなどのスピード競技で大麻が乱用されていることがわかり，その後の統計でもスピード競技でスピード感を鈍らせたり，恐怖感を和らげるなどの目的のほか，スポーツクラブなどの社交の場で気分転換に喫煙される例などがあることがわかり，今では定常的な検査が行われている．2003年の統計では実に378例，全陽性の13.9%にも達する大麻陽性例が報告されるようになっている．

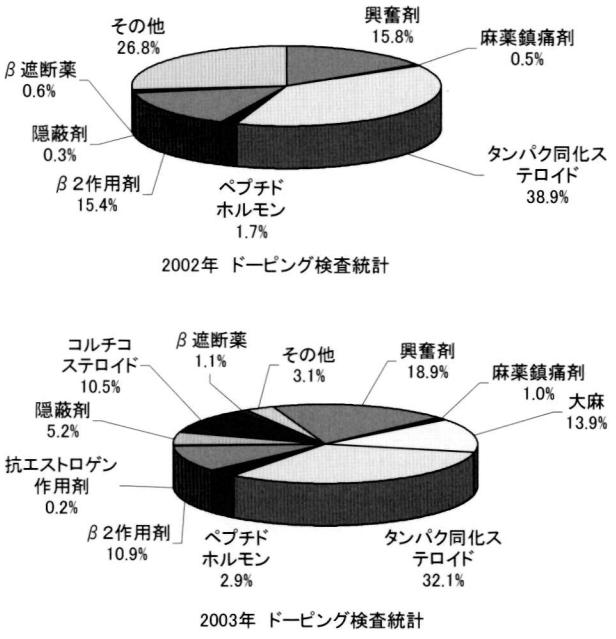


図2 ドーピング検査統計の推移

表1　炭素同位体^{13}C含量(千分率)の国際標準とのおおよその差違

炭素同位体比標準：Vienna PeeDee Belemnite	0
空気中炭酸ガス	−7(‰)
C4植物(イネ科植物など)	−15
C3植物(大豆製品など)	−30
石油製品	−30
ヒトステロイド	−20
おもな合成ステロイド剤	−30

これらの統計は，年とともに乱用される薬物に変遷があること，また注目されていない薬物でも潜在的な乱用者数はかなりの数に上る場合があることを示しており，効果的なドーピング対策を実施するためには随時その時代の傾向に合わせた対策の見直しが必要である．そのためには，各検査機関から報告されたその時点で最新のドーピング検査データの集計が必要となる．

検査機関によって推進された研究開発が新たな突破口になって検出可能になったドーピング事例も数多い．それまでの投与薬剤の検査に換えて，尿中の代謝物を検査対象とすることによって大幅に検出率を改善したDonikeらの方法は今でもタンパク同化ステロイド検査の技術的な基盤となっており，そのアイデアはテストステロン系生理的ステロイドのプロファイルを詳細に調べることによって代謝物ジヒドロテストステロンを検出する方法へと展開され，われわれが担当した1994年の広島アジア大会で大きな成果を上げた．

また，長野五輪では同位体比質量分析計を用いて尿中ステロイドの炭素同位体比を調べることにより，化学構造が同じ体内のステロイドと医薬品ステロイドとの識別が行われた[3]．この方法は，動物由来のヒトステロイドと，空気中の炭酸ガスに由来する植物性医薬品ステロイドとの炭素原子の由来の違いによってドーピングを判定する方法である(表1)．従来テストステロンの使用証明は，尿中のテストステロン(T)とその幾何異性体エピテストステロン(ET)とを測定し，T/ET比が6を超えた例をTの使用疑いありとするものであったが，この方法ではまれに生理的なT/ET比が6を超える例が存在することや白色人種(Caucasian)のT/ETがおよそ1付近であるのに対して，日本・中国・韓国などの蒙古系人種(Mongoloid)ではT/ET比が0.1付近と低く，テストステロンを投与してもT/ET比が上昇しにくいため判定に不公平が生ずるという問題があった(図3)．一方，炭素同位体比は炭素骨格の由来によってのみ一義的に決定され人種差や性差がないという優れた特徴を持つため，性ホルモンの判定基準としては好都合である．

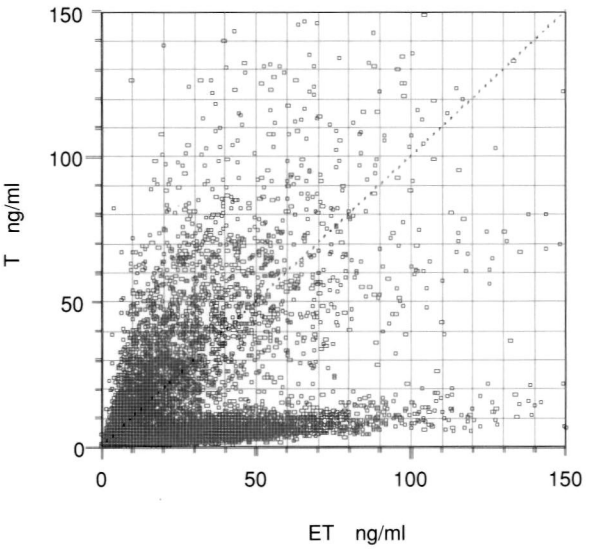


図3　約12,000人のスポーツ選手の尿中テストステロン(T)とエピテストステロン(ET)の濃度相関
T/ET比が1付近(対角線上に分布)の群と0.1付近に分布する群に分かれる．

表1に示したようにヒト尿中ステロイドの炭素骨格は^{13}C含量の国際標準からのずれがおよそ−20‰であるのに対して，大豆などのC3植物を原料として合成される医薬品ステロイドのそれは−30‰と有意に少なく，T/ETの濃度比による方法に比べると陽性・陰性の交差が少ないので，より明確な判定が可能となる．

図4は50 mgのプロピオン酸テストステロンを自主的に服用した男女各1例の，炭素同位体比の推移を現したグラフを示す．^{13}C含量の炭素同位体国際標準からのズレが，投与前はいずれのステロイドでも−20‰前後でほぼ一定の同心円を示しているのに対して，投与後ではプレグナンジオール(P2)，プレグナントリオール(P3)には有意の変化がみられないものの，それ以外の6種類のテストステロン代

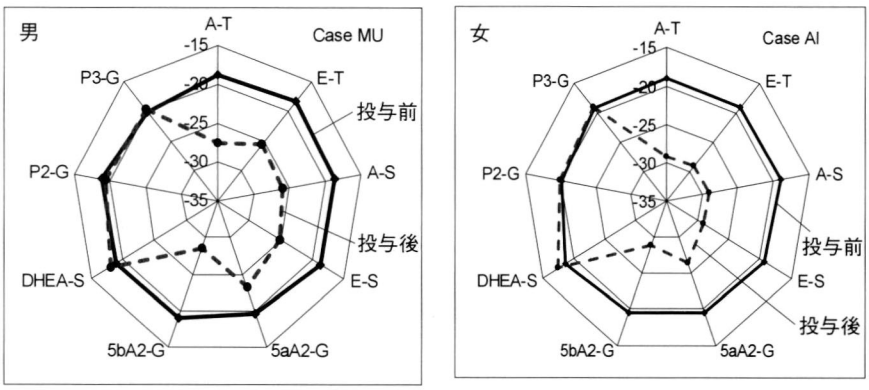


図4 プロピオン酸テストステロン投与前後の尿中ステロイドの^{13}C含量変化

謝物，たとえばアンドロステロン(A)，エチオコラノロン(E)の総濃度画分(-T)または硫酸抱合体画分(-S)，およびグルクロン酸抱合体画分(-G)における5α-，5β-アンドロスタンジオール(5aA2-G，5bA2-G)のそれは−30‰付近まで低下していることが，男女いずれにおいても明確に確認された．

すなわち，テストステロン代謝の影響を受けない成分には^{13}C含量の変化がなく，テストステロンの代謝物では^{13}C含量が低下しているので，それらのデータがテストステロンのドーピングによる影響を示していることは明らかである．

このような背景から，2005年のWADA禁止薬物リストの改正では人種差による判定の不公平さを是正するため，T/ET比の1次判定基準を4に引き下げるとともに，陽性が疑われる場合には炭素同位体比の測定によってテストステロン系ステロイド剤の使用証明を行うよう規則改定された．

すでに述べたように2000年代に入るまで，ほとんどのペプチドホルモンのドーピング判定が困難であったが，1999年には増血作用を持つホルモン，エリスロポエチン(EPO)の，等電点電気泳動二重免疫転写化学発光法による検査が可能となり，シドニー五輪では試験的に実施され，2年後のソルトレーク冬季五輪における検査では，罰則を伴う検査として正式に実施されるようになった．この方法では尿中に排泄される内因性EPOと，医薬品製剤由来EPOとの糖鎖構造の違いを調べることによって分子を識別し，陽性判定が行われる．この検査は従来の検査の原理と大幅に異なるため，ドーピング判定の根拠としての科学的信頼性を巡る裁判に発展したが，最終的にその証拠能力が認められソルトレークでは金メダリスト3名が新世代EPO製剤ダーベポエチンの陽性で失格する事態となった．

3. アテネ五輪におけるドーピング検査

ソルトレークでの教訓から，WADAは検査機関やその他の研究機関によって開発された新しい検査方法を積極的に取り入れるようになり，アテネ五輪では試験的実施も含めて人工酸素運搬物質として用いられるヘモグロビン製剤，成長ホルモンなどの検査を取り入れるとともに，検査の実施手順の大幅な見直しを図った．すなわち，大会前には世界各地で競技会外検査を行うとともに，オリンピックでは，選手村開村から閉会式までを大会期間と定義し，競技直後の検査だけでなく選手村で入村直後に実施される事前検査も積極的に実施し，かつ事前に検査機関からもたらされた検査逃れの不正に対する対策を徹底した．アメリカでは連邦職域薬物検査法に基づいて，安全管理や秘密保持に関わる事業所の従業員に対する法定薬物検査が実施されており，この検査を逃れるためのさまざまな不正手段，たとえば体内に薬物を含まない別の尿を隠しておくための用具などが出回っている．こうしたさまざまな対策の結果，複数の優勝候補選手が大会前に失格になり，あるいはオリンピックに参加しながら検査を拒否して失格した．一方で，従来から実施されている検査で検知できるような，さほど新しくない蛋白同化ステロイド剤の使用で失格する選手も相次ぎ，最終的に26人の選手が陽性判定を受けた．今回の例は，検査の方

法だけでなく関係者間の連携によって，ドーピング薬物を使用すると思われる時期や競技の特性に合わせて検査を行うことが重要なことを示している．

結　語

昨年9月には，アメリカでドーピング専用にデザインされたいわゆるデザイナードラッグ，テトラハイドロゲストリノン(THG)が使用されていることが発覚し，アテネオリンピックの代表候補選手，有名プロスポーツ選手，コーチなどの関係者が栄養補助食品会社と協調してドーピングを行っていた疑いがもたれている．このような組織的なデザイナードラッグの使用は，旧ソ連・東ドイツの崩壊以来陰を潜めていたが，昨今のサプリメントブームで一般社会向けの健康食品とスポーツサプリメントとの境が曖昧になり，ドーピング物質が一般社会においても大きなマーケットを形成するようになっていることを示している．今後のドーピング対策は検査の実施に加えて，一般社会と連携した教育啓発やドーピング薬物の流通制限などの対策強化が必要と考えられる．

文　献

1) 植木眞琴：ドーピング検査における三権分立．医学のあゆみ，210：1004-1005，2004.
2) WADA：International Standard for Laboratories version 4.(available from the internet)：http://www.wada-ama.org/en/t2.asp?p=42244.
3) Ueki M et al：Analysis of exogenous dehydroepiandrosterone excretion in urine by gas chromatography/combustion/isotope ratio mass spectrometry. Rapid Commun. Mass Spectrom, 13：1-7, 1999.

シンポジウムII「発育期スポーツ障害の種目別予防対策」

少年柔道におけるスポーツ障害への取り組み

Trial for Prevention of Injuries in Kodokan School of Judo Boys Devision

医療法人社団 講道館ビルクリニック 小山 郁 Iku Koyama
京都府立医科大学大学院運動器機能再生外科学(整形外科) 三上 靖夫 Yasuo Mikami

はじめに

柔道は体と体が激しくぶつかり合う格闘技であり，少年柔道でも自分と相手の両者の体重と力が未熟な体の一部分に一瞬に集中し，思わぬ事故につながることがある．

講道館ビルクリニックは，世界の柔道の総本山である講道館の中にあり，柔道によるスポーツ外傷・障害の患者が多く訪れることが特徴である．今回は講道館内で活動している講道館柔道少年部を中心に，少年柔道のスポーツ障害の現状を明らかにし，その予防法について検討した．

1．方法および対象

講道館少年部には，4歳から15歳まで約350名が在籍し，日曜祝祭日を除く毎日，約70名の部員が稽古をしている．これらの部員を中心とし，診療記録から少年柔道による外傷・障害の実態を調査した．また，部員達を対象に外傷・障害についてアンケート調査を行った．さらに実際に柔道の競技および指導経験がある著者(小山；経験年数20年，参段，三上；経験年数35年，四段)が少年柔道でのスポーツ障害の予防に必要と考える指導法について述べる．

1) 診療記録からみた少年柔道によるスポーツ障害

過去3年間に講道館ビルクリニックを受診した少年柔道(15歳以下)による外傷・障害例，84名(男児60名，女児24名)について診療記録に基づき調査した．

2) アンケート調査からみた少年柔道の現状とスポーツ障害

講道館少年部および地域の道場に所属する部員61名に対し，アンケート調査を行った．調査項目を表1に示す．

2．結　果

1) 診療記録からみた少年柔道によるスポーツ障害

84名の障害部位はのべ166部位であった．このうち外傷が137例，オーバーユースなどによる狭義の障害が29例で，外傷による受診が多かった．

受診時の年齢は5歳から15歳(平均11.5歳)であった．柔道の開始年齢は3歳から11歳(平均6.6歳)であった．受診時の経験年数は0～10年で，平均4.9年であった．

外傷を部位別に検討すると，頭部から足趾まで多岐に渡っていた．その中でも，肩関節，肘関節，手指，膝関節，足関節や足趾の受傷が多かった(図1)．

障害を部位別に検討すると，膝関節が9例と最も多く，その中でも，オスグット・シュラッター氏病や膝蓋靱帯炎といった膝の伸展機構に関係したものが6例であった．次いで多かったのは腰部(7例)で，

小山 郁
〒112-0003 東京都文京区春日1-16-30
講道館ビルクリニック
TEL 03-5842-6311/FAX 03-5842-6312
[2005年7月以降の連絡先]
〒112-0002 東京都文京区小石川1-1-1
小石川ビル4階
こやまクリニック
TEL 03-5840-7717/FAX 03-5684-6668

表1　アンケート項目

・氏名　(差し支えなければ，ご記入ください)
・年齢　(　　)歳　　・性別　(男・女)
・柔道の開始年齢　(　　)歳
・段位　(　　)段
・組み手　(右・左)
・得意技
・週に何日，稽古をしていますか　(　　)日/週
・平均して，1日に何時間ぐらい稽古をしていますか　(　　)時間/日
・昨年度の1年間(平成15年4月～16年3月)で，いくつの大会に出場しましたか
(　　)大会/年
・昨年度の1年間で，ケガのために稽古を休んだのは，何日ぐらいですか
(　　)日/年
・柔道を開始してから今までに，試合や稽古を休まなければならなかったほどのケガがあれば，ケガの詳細，受診状況などについて教えてください

受傷時年齢	受傷部位	診断	(1) 外傷・障害の区別	(2) 受診の有無	(3) 有の場合受診施設	(4) 有の場合その理由	(5) 無の場合その理由
(例) 5歳	右肘	骨折	㊥・障	㊤・無	① ③	② ③④⑥	
(例) 10歳	右肘	捻挫	㊥・障	有・㊦			①②
(例) 12歳	左膝	オスグッド氏病	外・㊦	㊤・無	②	④⑤	
歳			外・障	有・無			
歳			外・障	有・無			
歳			外・障	有・無			

(1)「外傷」とは，一瞬の強い力によって生じたケガのことです．
「障害」とは，慢性的に繰り返される力によって生じたケガのことです．徐々に痛くなってきたようなケガのときには，「障」に丸を付けてください．
(2) ケガをしたときに，どこかを受診しましたか．
受診した：有　　受診しなかった：無
(3) 受診した場合，どこに行きましたか
①病院　②診療所　③整骨院　④その他
(4) それはなぜですか
①保護者に勧められた　②学校の指導者に勧められた
③道場の指導者に勧められた　④前からかかっていた　⑤近いから
⑥よく診てくれるから　⑦夜もやっているから　⑧その他
(5) 受診しなかった場合，それはなぜですか
①受診するほどでもないと思った　②試合が迫っていた
③保護者に止められた　④学校の指導者に止められた
⑤道場の指導者に止められた　⑥その他

★選択肢については，複数回答も可能です．
★「その他」の場合は，空欄に自由にお書きください．

・講道館ビルクリニックに対して，何かご意見，ご要望があれば，ご自由にお書きください．

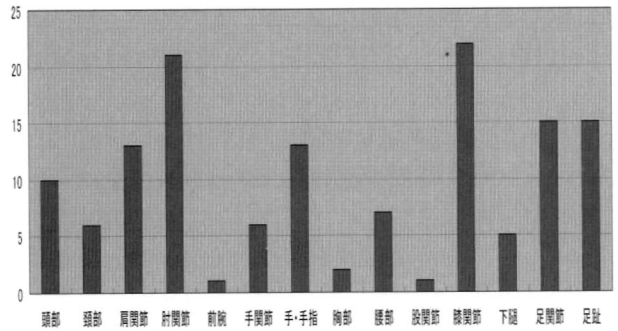


図1 外傷部位

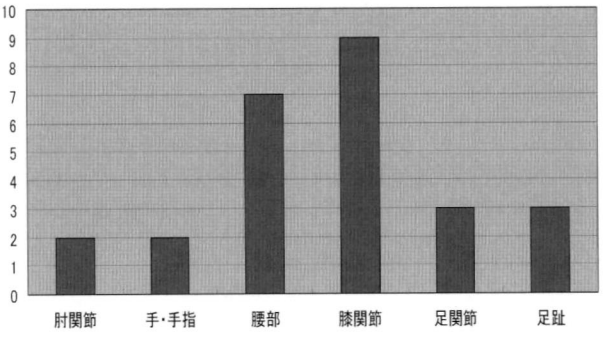


図2 障害部位

そのほか有痛性外脛骨，肘関節の離断性骨軟骨炎などがみられた(図2)．柔道に特有のものとして，耳介血腫，下腿の蜂窩織炎が数例あった．

さらに外傷例と障害例とに分けて，それぞれの特徴を検討した(表2)．

外傷は女児に多く，障害は男児に多い傾向にあった．外傷例に比べて障害例では，経験年数が長い傾向にあった．肘関節の離断性骨軟骨炎の症例は，13歳で「柔道経験年数10年」という経歴であったが，講道館少年部には幼稚園児も所属しており，全国的に見ても柔道は他のスポーツより競技開始年齢が低いのが特徴である．

表2 外傷と障害例

	外傷(137例)	障害(29例)	
性別	男児：91例 女児：53例	男児：23例 女児：6例	*
年齢	5～15歳 (平均11.6歳)	10～15歳 (平均12.2歳)	
開始年齢	3～14歳 (平均7.2歳)	3～8歳 (平均5.8歳)	
経験年数	0～10年 (平均4.4年)	3～10年 (平均6.5年)	*
稽古時間	7.5～24時間/週 平均18.2時間/週	8.8年～24時間 (平均17.8時間/週)	

*：$p<0.05$

2) アンケート調査からみた少年柔道の現状とスポーツ障害

57名(男児40名，女児17名)の部員から，アンケートを回収した(回収率93.4%)．

年齢は7～15歳(平均9.8歳)であった．柔道の開始年齢は3～12歳(平均5.9歳)であった．稽古日数は週に1～6日(平均4.4日)であった．1日の稽古時間は1～4時間で，1週間の稽古時間は1～24時間(平均12.2時間)であった．

年間の出場試合数は0～20大会で，平均で9.4回大会に出場していた．

スポーツ障害で練習を休んだ部員は57名中41人で，休んだ日数は1年間で平均14日(0～60日)間であった．

1年間の外傷発生回数は延べ110例で，治療のため何らかの施設を受診したものが106例であった．残りの4例で受診しなかった理由は，「受診するほどではないと思った」，「試合が迫っていた」などであった．

受診施設は，病院が55例，接骨院が44例，診療所が29例，その他(マッサージ施設や整体など)が5例であった．病院や診療所ではなく，接骨院を受診した理由は，「柔道の指導者が接骨院の院長でもある」，「柔道のことをよく理解している」，「夜もやっている」などであった．

3. 考　察

1) 少年柔道のスポーツ障害に関する問題点

近年，子供の体格は欧米に近づきつつある．かつて中学生の大会では，試合は体重無差別で行われてきたが，体重が100 kgを超える選手も珍しくなくなり，1976年より，3階級での体重別個人戦が始まった．その後，個人戦ではさらに体重制の区分が細かくなっているが，団体戦では，出場する選手の順番

は，多くの場合監督の采配に任されており，場合によっては，体格差の大きな選手が対戦してしまうことがある．とくに，小学生では体重無差別で男女混合で試合が行われることがあり，技術や体力に差があると，勢いよく投げられて頭から落ちたり，受け身がとれずに手をついたりして，思わぬ事故が生じることがある．体重 40 kg に満たない女子と 100 kg を超える男子との対戦は，目を覆いたくなる光景である．

また，発育期のスポーツ障害に対する治療の点で他の競技と異なるのは，少年柔道と柔道整復師との関係である．アンケートの結果では，けがをした時に接骨院を訪れた部員が多かった．けがをした時に，専門医の診察を受けるものが少ないことは以前の報告[1]でも指摘しているが，治療院に隣接する道場で，柔道を指導している柔道整復師が多いことからもうなずける．医療類似行為については議論も多いが，われわれが選ばれていないという事実は謙虚に受け止める必要があろう．

また，柔道に限らず，発育期のスポーツでの問題点として，「勝利至上主義」が指摘されている[2]．著者が小学生であった 30 数年前は地域の大会程度しかなく，勝利にこだわる風潮はなかった．しかし，現在は各競技とも，中学生はもちろん，小学生でさえ全国大会があり，短期間での成果を求める指導者や保護者がいることは事実である．

さらに，過密な試合スケジュールも問題と考える．中学生の全国大会は，団体戦が 1970 年に始まったが，その後個人戦が始まり，大会も増える一方である．小学生についても，まず団体戦が，そして学年別個人戦が加わったが，本年度から学年体重別の大会が全日本柔道連盟の主催で始まる．複数あるこれらの全国大会の前には，地区予選，都道府県予選があり，それも団体戦と個人戦とにエントリーする選手も多い．柔道にはシーズンオフがないので，1 年を通じて，道場内の紅白試合，道場対抗などもあり，強豪と呼ばれる中学校ではほぼ 2 週間ごとに試合が組まれている．

2）少年柔道のスポーツ障害を予防するために

少年柔道のスポーツ障害を予防するための対策法を大きく 4 つあげることができる．

①受け身の徹底指導

競技になると，相手に投げられて勢いよく背中から落ちると「一本負け」になる．そのため試合では，負けないために畳に手をついてでも身体を支えようとする．まだ骨格が完成しておらず，筋力が十分でない発育期の子供が片手で相手と自分の体重を支えたり，背中から落ちないよう体を捻って肩から落ちれば上腕骨や鎖骨の骨折が生じやすい．勝ち負けにこだわらず，投げられたらしっかりと受け身をとるよう指導しなくてはならない[3]．

②基本動作の習得

柔道の基本稽古で重視されているものに「打ち込み」というものがある．これは，技に入るまでの足運びや体さばきを習得するために，反復して行う稽古である．

「背負い投げ」を例にして，「打ち込み」で重視されていることを説明する．相手のバランスを崩す側の手を「引き手」，相手を吊り上げる側の手を「釣り手」と呼ぶが，この「釣り手」側の肘には，投球動作の際の「acceleration phase」と同じようなストレスがかかる[4]ことから野球肘と同じ機転で離断性骨軟骨炎が生じることがある．ここで手関節を掌屈することを指導する[5]．前腕の屈筋群を収縮させることにより，肘関節の外反を抑え，技を有効にかけるとともに障害を予防することができる．また，柔道において膝関節や足関節の外傷の受傷機転として，「toe-out」あるいは「toe-in」の形となり，畳に足底がロックされた状態になっていることが多い．膝の方向と爪先の方向が一致するように，常に母趾球を軸にして体幹を回転させるよう指導する．さらに，膝をしっかりと曲げて腰を落とし，腰椎の生理的前弯を保った自然な姿勢を取ることを指導する．腰椎に過剰な負担をかけずに無理なく体幹を回旋させることができる．このように，正しい技の掛け方を習得すれば技が有効に掛かるようになるうえに，障害を予防できると考える．

③試合ルールの検討

柔道の審判規程の中には少年規程がある．これは，危険な技の掛け方や成長段階にある身体に悪影響を与えるおそれのある絞め技，関節技を禁じるもので

ある[6]．しかし，体格差や技量の差が大きい試合が組まれることについては，大会の運営者や競技団体の協力がなければ，解決できるものではない．

④指導者や保護者への啓発活動

全日本柔道連盟や，その他の柔道に関係する団体は，選手や指導者を対象にさまざまな講習会を実施している．機会あるたびに著者らは，柔道における障害の実態についての調査報告，小児の身体の特徴や予防対策についての講演をしてきた．指導者は，受け身の必要性を十分理解して指導するとともに，勝利にこだわって小手先の技術や体格に任せたような技の掛け方を指導せず，あくまでも基本に従い，正しい技をかけるよう指導することが，力を伸ばし障害の予防に最も大切であることを理解しなくてはならない．そのためには指導者のみならず保護者も発育期の体の特性を理解し，試合に勝つことだけを求めてはいけない．この点については指導者や保護者を啓発していく必要がある．また，上腕骨離断性骨軟骨炎や腰椎分離症など，専門的な治療を要する疾患が少年柔道でも生じていることから，まず，専門医の診察を受ける必要を啓発していかねばならない．

おわりに

少年柔道のスポーツ障害の実態と障害予防についてまとめた．最後に，柔道をしている子供たち，指導者や，保護者に医師が信頼されるには，受診する子供に「休みなさい」ではなく，「こういうやり方をしたら，休まなくてもいいよ」，「この技なら続けていいよ」と指導できるように柔道という競技をよく知り，子供の気持ちに共感できることが必要と考える．

文　献

1) 三上靖夫ほか：柔道におけるスポーツ障害について―アンケート調査より―．臨床スポーツ医学，6：409-412，1989.
2) 渡會公治ほか：小学生に全国大会は必要か．日本臨床スポーツ医学会誌，12：433-437，2004.
3) 福間武男：こどもの柔道指導．臨床スポーツ医学，7：468-472，1990.
4) 上畑元宏ほか：中学生柔道選手にみられた肘関節障害・外傷の5例．臨床スポーツ医学，2：234-237，1985.
5) 米田　實：柔道による上肢(肩・肘・手指)の障害．臨床スポーツ医学，7：453-456，1990.
6) 竹内善徳ほか：柔道のルールと審判法．大修館書店，東京：1999.

シンポジウムV「各競技団体における安全対策の取り組み」

ラグビーにおける安全対策の取り組み

Safety Measure of Japan Rugby Football Union

日本ラグビーフットボール協会医事部門委員長　丸山　浩一　Kouichi Maruyama

はじめに

ラグビーというスポーツは競技規則およびスポーツ精神に則り，フェアプレーに終始し，ボールを持って走り，パス，キックおよびグラウンディングして，できるかぎり得点を多くあげることであり，より多くの得点をしたチームがその試合の勝者となる（ラグビー憲章より）（表1）．

このためのプレーにおける2つの基本原則として「ボールの争奪」と「プレーの継続」がある．また，他のボール競技と異なる点が，

1）手も足も両方使うことができる．
2）プレーヤーはボールを持って自由に走ることができる．
3）防御方法にも安全性を損なわない限り制約がない．
4）ゴールラインを超えてボールを持ち込むことによって得点となる．
5）ボールは後方に位置する味方のプレーヤーにのみパスすることができる．
6）攻撃している側のプレーヤーは味方チームのボールキャリヤーより後方の位置からのみプレーに参加できる．
7）攻撃できるスペースの創出はボール獲得，確保，再獲得といったチームのスキルによって左右される．

ラグビーには上記のような競技特性があり，このためラグビーは独自の特性をもつスポーツとなっている．2つの基本原則のうち，ボールの争奪とは，キックによる開始と再開，スクラム，ラインアウト，ラック，モールそしてタックルで行われる．

また，プレーの継続とは，ボールをパスしたり，持って走ったり，キックしたりすることや，ラックおよびモールを形成することによってである．

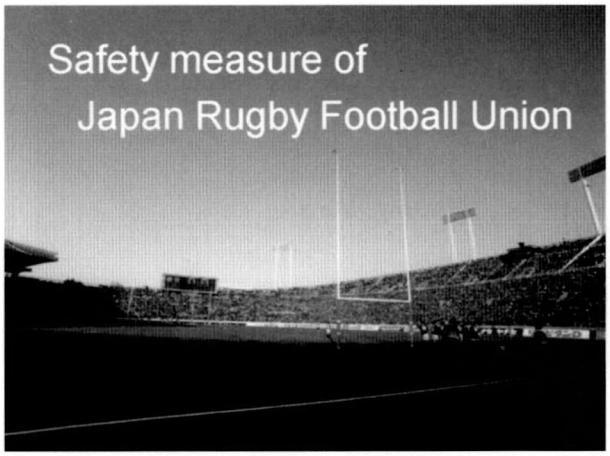


表1　ラグビー憲章より

・The Object of the Game is that two teams, each of fifteen players, observing fair play, according to the Laws and in a sporting spirit should, by carrying, passing, kicking and grounding the ball, score as many points as possible.

1．日本のラグビー状況

わが国のラグビー状況は，チーム登録数は30年間の推移をみると，1992年～1994年をピークに最近5年間は減少しており，昨年と比しても21チームが減っている（図1）．

丸山　浩一
〒163-8001　東京都新宿区西新宿2-8-1
東京都福祉保健局保健政策部
TEL 03-5320-4350

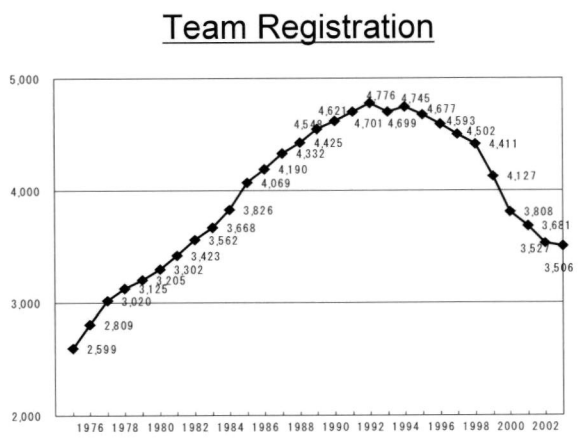


図 1

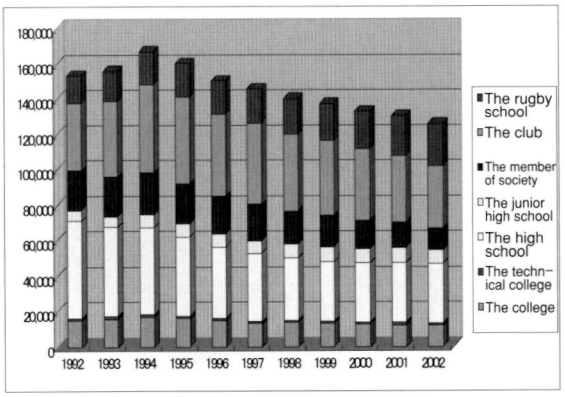


図 2

プレーヤー数でも，クラブ 35,557 人をピークに高校 33,617 人，ラグビースクール 23,810 人，社会人 12,048 人，学生 11,981 人，小・中学生 7,595 人，高専 1,309 人，合計 125,917 人と昨年に比して 409 人減っており，社会人・高専が減っている(図 2)．

2. 日本ラグビー協会組織

現在日本ラグビー協会組織は図 3 のごとく基盤整備の総務，財務，法務，普及啓発，広報，日本代表の強化，各大会運営など 17 の委員会があり，その中で医科学委員会(委員長：河野一郎)はラグビーにおける競技力の向上と選手の健康管理を含む安全対策について医科学的側面および科学的側面からの支援を目的に医事部門，アンチドーピング部門および科学情報部門から事業活動を行っている(図 3)．

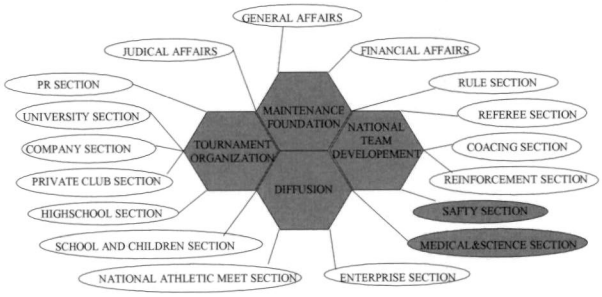


図 3

3. 重症傷害報告より

協会集計で，1989 年から 2004 年 3 月末まで 284 名の重症障害報告がある．

カテゴリー分類すると全体の 50%が高校生であり，次に大学，社会人，クラブ，中学・小学生の順である．登録人口比にしても，高校生の重症障害が顕著である(図 4)．

ポジション別では，フロントスリーとバックスリーに多い(図 5)．

重症障害への発生機転として，タックルに関連するもの(タックルして，タックルされて，逆ヘッド，頭が下がって)が 48.9%(135 例)と多く，次いでスクラムに関連も 20%と続き，ラック，モールその他となる(図 6)．

4. 安全面から見たルール改正

次に安全面からルールの変遷(1988 年以降)をみると，

1) プレーヤー人数(第 3 章)に関して(表 2)

・交替に関して 91 年傷口開放選手，出血治療のため交替認める．
・交替を入替利用するケース 10 分間制限．
・96 年手当優先し，時間無制限．
・現在は 15 分とする．

The classification statistics

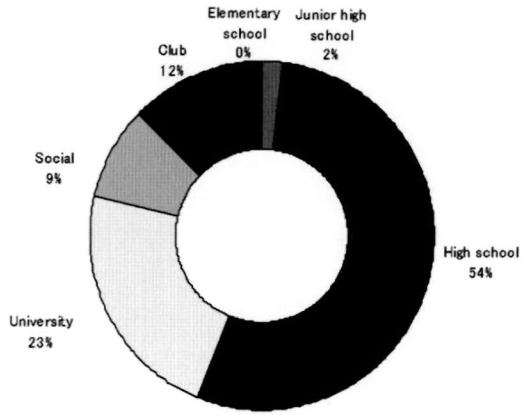


図4

The statistics according to the cause

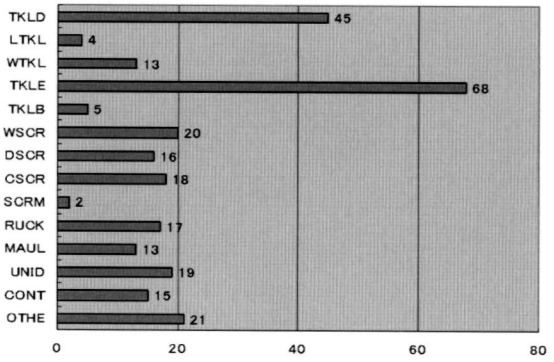


図6

レフリーがプレーヤーの受傷交替に関して，医師・医務心得者のアドバイスが必要(96年)がレフリーの判断で交替可能(03年)となる．

2) プレーヤーの服装(第4章)に関して(表3)
・1本スタッドの禁止(94年)．
・柔らかい素材の装具可(96年)．
・IRB認定マーク装具使用可(98年)．

3) 危険なプレー(第10章)ラックに関して(第16章)(表4)
・ハイタックル禁止(88年)．
・フライングウェッジ，カバルリーチャージ/ラッキング禁止(96年)．

The statistics according to the position

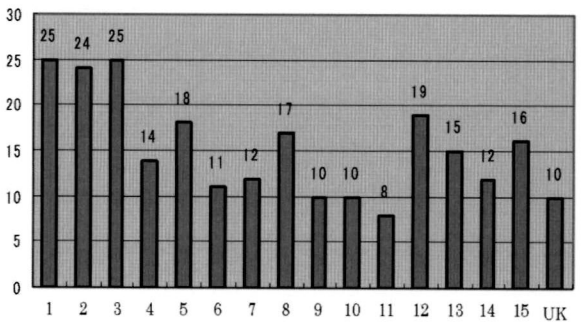


図5

表2

Revision of The Laws by reason of safety for players (1)
1991年
3.10 TEMPORARY REPLACEMENT the open wounded
1994年
3.10 TEMPORARY REPLACEMENT the open wounded within 10 mins
1996年
3.10 TEMPORARY REPLACEMENT the open wounded without limit
3.9 REFEREE'S POWER TO STOP AN INJURED PLAYER with the advice of doctor or other medically qualified person
2001年
3.14 FRONT ROW FORWARD SENT OFF OR TEMPORARILY SUSPENDED OR INJURED
2003年
3.10 TEMPORARY REPLACEMENT the open wounded within 15 mins
3.9 REFEREE'S POWER TO STOP AN INJURED PLAYER with or without the advice of doctor or other medically qualified person

表3

Revision of The Laws by reason of safety for players (2)
1994年
4.4 BANNED ITEMS OF CLOTHING a single stud
1996年
4.1 ADDITIONAL ITEMS OF CLOTHING made of elasticated or compressible materials
1998年
4. PLAYERS' CLOTHING totalize

表 4

Revision of The Laws by reason of safety for players (3)
1988 年 10.4 DANGEROUS PLAY AND MISCONDUCT dangerous tackling 1996 年 16.3 RUCKING 10.4 DANGEROUS PLAY AND MISCONDUCT Flying Wedge and Cavalry Charge

表 5

Revision of The Laws by reason of safety for players (4)
1988 年 20.1 FORMING A SCRUM hanging 20.3 BINDING IN THE SCRUM binding by front five 1999 年 20.3 BINDING IN THE SCRUM binding by tight-head props

4) スクラムに関して(第 20 章)(表 5)

・フロントローは組む前に相手選手に腕をかける．前 5 人はバインドをしっかりする(88 年)．
・タイトヘッドプロップの腕の置き方規定(99 年)．
・現在レフリーコールの基，クラウチ・ホールド・エンゲージでスクラムを組むこと．

5) 19 歳以下ルール(表 6)

・国内ルールとしてヘッドキャップ着用義務(89 年)．
・スクラムにおいて，1.5 m 以上押さない(91 年)．
・国内ルールとして頭からのタックルを禁止(91 年)．
・負傷または不正なプレーによる退場が理由で適切に訓練された交替選手を補充できない場合はレフリーはアンコンテストスクラムを命じなければならない(93 年)．

表 6

Revision of The Laws by reason of safety for players (5)
1989 年 UNDER-19 DOMESTIC 4. PLAYERS' CLOTHING Head cap 1991 年 UNDER-19 20. SCRUM Maximum 1.5 metres push UNDER-19 DOMESTIC 15. TACKLE Head on 1993 年 UNDER-19 20. SCRUM dealing with uncontested scrum in a competition 1994 年 UNDER-19 20. SCRUM forming a scrum for front rows and No wheeling 1995 年 UNDER-19 3. NUMBER OF PLAYERS 7players for replacement UNDER-19 20. SCRUM must use 3-4 formation

・スクラムを故意に回転させてはならない(94 年)．
・7 人の交替選手を用意すること．
・スクラムは 3-4 フォーメーションにすること．

結　論

以上，ラグビー協会組織および最近 10 年間の重症傷害分析また安全対策からみたルールの変遷をみてきたが，2003 年よりトップリーグがスタートし，今後はより進化しレベルアップされたラグビーが推進される．

しかし，コンタクトスポーツであり，ボールの争奪と継続というプレーコンセプトの上で，外傷は避けられない．そのためのルールの改正，安全対策の研修，講習会などは今後も継続して行われるであろう．

いずれにしても，ラグビーというスポーツが今後も進化・発展することを望む．

シンポジウムV「各競技団体における安全対策の取り組み」

各競技団体における安全対策の取り組み—バレーボール—

Study for Safety of Each Athletic Organization—Volleyball—

JFE 健康保険組合川鉄千葉病院スポーツ整形外科
日本バレーボール協会科学研究委員会医事部担当長　岡崎　壮之　Takeyuki Okazaki

日本バレーボール協会(JVA)では，21世紀という新しい激動の時代に則して2001年より過去の栄光を取り戻すために『一貫指導システム』[1]に取り組むことにした(図1)．

近年，競技レベルが急激に向上し，従来の「選手を選抜し強化する」といった方法では対応できなくなってきた．実際，シドニーオリンピックでは男女とも出場できなかった．一方，若年層のスポーツ指導は過熱傾向になり，ジュニア選手のバーンアウトやオーバーユース，誤ったトレーニング方法によるスポーツ傷害が問題になっている．

このような問題を未然に防ぎ，子供から大人になるまで競技寿命をまっとうできるよう，健全なスポーツ活動の普及をはかることが極めて重要になってきた．

「選抜・強化」から健全な「有能な競技者の発掘・育成・強化」への発想の転換をし，そのために子供から成人に至る「一貫指導」が必要となった．

可能性のある有望選手，とくに長身選手の発掘．発掘した選手を選抜し，多様な能力を発揮できるよう育成する．強化には高い競技能力を有する選手を選抜し，継続的に環境をサポートする(図2)．

一貫指導システムの重要性(図3)[2]．日本のバレー界は，最良の指導環境での育成・強化ができていない実状に苦しんでいる．低迷の最大の原因は優秀な資質を持つ選手が最高の指導環境の中で育てられていない点，すなわち一貫指導システムが不十分な点にある．

岡崎　壮之
〒289-2147　八日市場市飯倉21
九十九里ホーム病院
TEL 0479-72-1131

素材の育成・発掘の仕組みとしては，バレーの場合，底辺拡大のためのペプシカップとアクエリアス杯またソフトバレーの教材化によって世界に例をみない確固とした素材開発のシステムを有している．

その成果は1999年世界ユース女子選手権大会(ポルトガル)での優勝という形で示されている通り，着実な成果をあげていることからも正しい方法であると考えられている．

ちなみにこの大会には筆者がチームドクターとして帯同したので，幸いにも目の前で金メダルをみせてもらった(図4)．しかし，問題はそれ以後の育て方がまったく組織化・系統化されていない点である．

一貫指導システムが不十分な事実を以下に説明する(図5)．まず合宿日数の不足について述べる．国際バレーボール連盟(FIVB)は今後のバレーの世界的発展をはかるため，トップクラスを目指すチームには，年間100日の強化合宿を実現することを要求している．中国は体育学校への早期編入，韓国でも指定校制を採用して，その実現に努めているが，日本は過去10年間，平均して40～50日前後の合同合宿，および遠征しか実施できていない．長身かつ個人技を中心とする外国チームに対して，高度なコンビネーションバレーを要求される日本チームの，強化システム上における致命的欠陥となっている．

次に体力レベルの低下について述べる．日本の男女ナショナルチームが金メダルを獲得できた1970年代のトップクラス選手の体力データと1990年代の若手トップクラス選手の体力データを比較してみると，体格的には外国チームに及ばないまでも長身化の傾向が認められる一方で，体力的にはレベルアップどころか，素質のある選手を選んだはずであるのに逆に低下傾向にある．トレーナーを合宿・遠



図 1

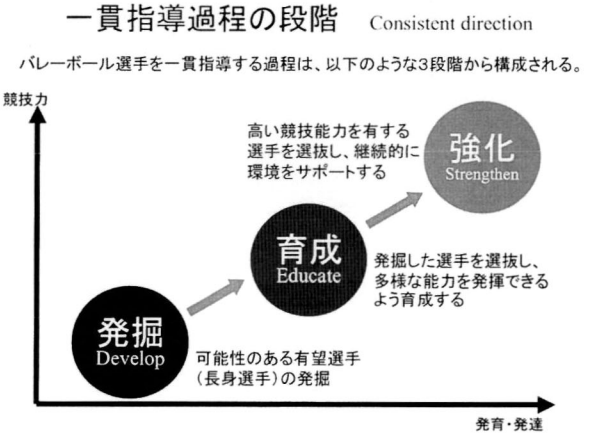


図 2



図 3



図 4

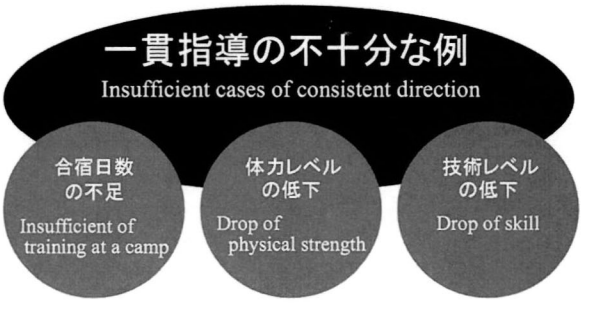


図 5

征に必ず参加させ，最新のトレーニング施設を用いて科学的なトレーニング理論に基づいた計画的トレーニングを負荷しているはずなのに，生活様式の変化とともに取り組む意欲の欠如もさることながら，長期一貫的なトレーニング実施ができていないため，系統的体力強化が不十分となっている．

3番目に技術レベルの低下について述べる．先の世界トップ12チームを集めてのワールドカップでのチーム全体での技術ランキングを比較すると明らかに日本チームのレベルの低さが現われている．

その原因は体格的条件もさることながら，指導者の指導力の不足，旧態依然とした押し付け指導，ゲームスケジュールをこなすだけで，選手個々の潜在的能力を確かめつつ基本技の充実と完成をなおざりにしてのゲームの反復，長期計画の欠如など，一貫指導システムの不備が指摘できる．

発掘・育成・強化には当然安全対策が求められる．JVAでは強化本部の中に科学研究委員会があり，その中に体力部，医事部，調査部，情報処理部が設

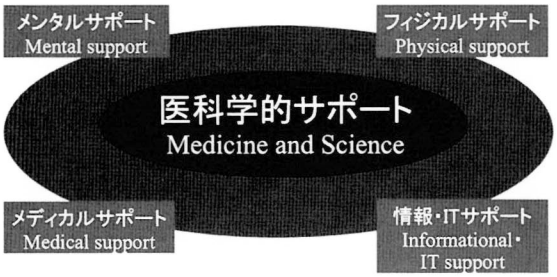


図 6

置されている．医科学的サポートとしてはフィジカルサポート，メディカルサポート，メンタルサポート，情報・IT サポートが柱となる．その中のメディカルサポートが医事部の担当である（図 6）[3]．

1985 年 1 月から 2003 年 12 月までの当科のバレーボール傷害の統計をとった．19 年間で 6,253 例あった（表 1）．内訳は腰痛がトップで 1,163 例（18.6%），次いでジャンパー膝が 775 例（12.4%），足関節捻挫が 655 例（10.5%）でこの 3 疾患で 4 割という高率を示した．

メディカルサポートとしては，傷害の予防が大きな課題となる．それには原因をさぐることが必然なので，バレー選手の傷害の原因を分析した．大きく分けるとプレーヤー個人の要因，指導者の問題，環境条件の問題，靴・用具などの問題になるであろう（図 7）．

1．プレーヤー個人の要因（図 8）

以前日体協の事業として，家庭婦人バレー選手の傷害の原因を調査した[4]．**不可抗力**：20%であった．**不注意**：不注意から思わぬけがが生じる．緊張感の欠如，気のゆるみもこの項目に入る．**体調の不良**：体調を崩している時は要注意である．一番身近な問題ではやはり疲労である．疲労が重なったときは，けがや故障を起こしやすくなる．また，病み上がり，

表 1　Volleyball injuries（1985–2003）（Kawatetsu Chiba Hospital）

disease	cases	%
1．low back pain（including hernia, spondylolysis）	1,163	18.6
2．jumper's knee	775	12.4
3．ankle sprain, ligament injury	655	10.5
4．gonalgia（including iliotibial tract infection, patella partita）	422	6.7
5．contusion, muscle strain	375	6.0
6．shoulder pain	351	5.6
7．sprained finger（including fracture, dislocation）	314	5.0
8．meniscal injury	231	3.7
9．knee tendon injury	230	3.7
10．fracture, dislocation（excluding hand and fingers）	213	3.4
11．foot and toe pain	181	2.9
12．leg pain	152	2.4
13．Osgood syndrome	138	2.2
14．ankle pain	125	2.0
15．chondromalacia patellae	112	1.8
16．elbow pain	111	1.8
17．internal derangement of the knee	110	1.8
18．cervical pain	97	1.6
19．wrist pain	88	1.4
20．peritendinitis of the Achilles tendon	74	1.2
21．Achilles tendon rupture	68	1.1
miscellaneous	268	4.3
	6,253	100.0%

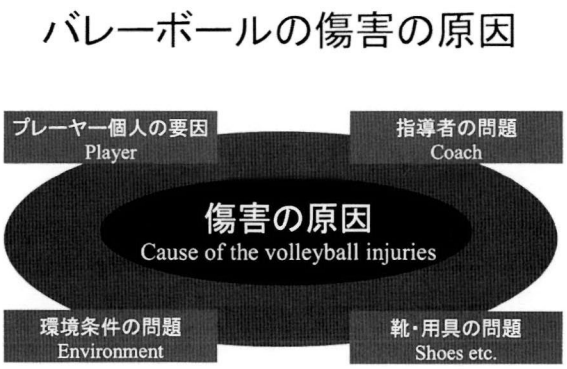


図 7

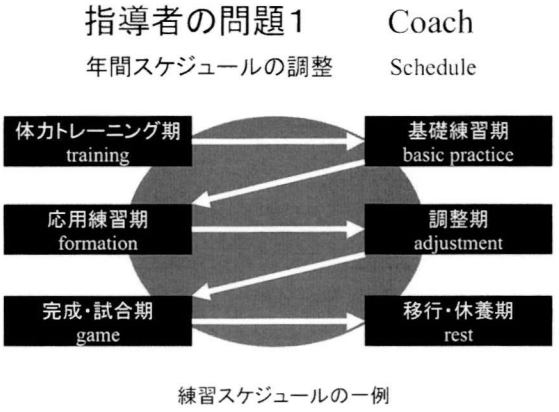


図 9

睡眠不足のときはとくに気をつけること．体調を整えるには，休養・栄養が大切なことはいうまでもない．**ウォームアップ不足**：練習や試合前の準備運動の不足もけがを起こす1つの条件である．最近はストレッチングがだいぶ取り入れられている．けがの予防には非常に有効である．**柔軟性の欠如**：体が硬い人はけがをしやすい体質だといえる．柔軟性をつけるためにもストレッチが極めて有効である．**急激な練習**：サーブやスパイクなどをいきなり全力でプレーする選手を見かけるが，気をつけること．ベテランより若い人に多い．**練習のしすぎ**：個人だけの問題とはいえない面もあるが，がむしゃらに練習をやればよいというものではない．むしろ反対で，短い時間で集中力を養うほうがけがの予防だけでなく，技術の習得にも有効である．発育期のプレーヤーの故障の原因は，オーバーユースが圧倒的に多い．指導者が最も注意を払う必要のある項目である．

プレーヤー個人の要因	Player
・不可抗力	irresistible force
・不注意	carelessness
・体調の不良	bad condition
・ウォームアップ不足	insufficiency of warm up
・柔軟性の欠如	lack of flexibility
・急激な練習	sudden practice
・練習のしすぎ	over use
・フォームの悪さ	unskilled form
・技術の未熟さ	inexperienced technique
・反則行為，粗暴な行為	foul, wild action

図 8

フォームの悪さ：バレーでの故障を起こす誘因には，スパイク・サーブなどのフォームの善し悪しが大いに関与している．肩はもちろん，腰，肘，膝にも影響がある．スポーツのプレーにおいてはバランスが最も大切であることは周知のとおりである．バランスが悪いフォームでプレーを続けると徐々に故障を起こしてくる．**技術の未熟さ**：球技における技術の1つに「ボール感」という非常にセンシティブなものがある．ボール感のない選手は無駄な動きが多く，そのため余裕を持ってボールを拾うことができず，無理な格好になって腰を捻ったり，足首を捻挫したりする．このボール感は幼児の頃に神経系統を刺激して形成されることが多いので，いわゆる『幼児の遊び』が大切なポイントになる．ボール感を身につけるには，できるだけ練習でボールを扱う機会を多く持つしかない．それも，やさしいボールを数多く拾う練習をするようにする．難しいボールの練習ばかりしているチームをよく見かけるが，これは逆効果．ボールに触れる機会が少なくなり，あまり上達の助けにはならない．また，サーブレシーブのボール感が悪い選手は野球の外野フライの捕球練習をしてみてはどうであろうか．

2. 指導者の問題

年間スケジュールの調整（図 9）：1年間のスケジュールをしっかり立てることが極めて大切である．体力トレーニング期，基礎練習期，応用練習期，

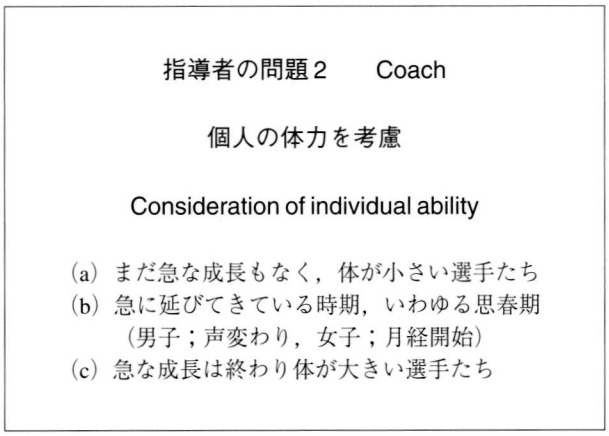


図 10

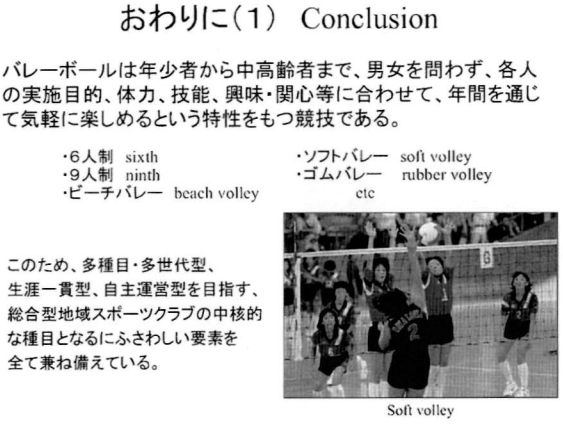


図 11

調整期，試合期，休養期などをうまくミックスさせてやることが，けがの防止や技術の向上には欠かせない重要なことである．とくにシーズン始め，シーズン終り近くにけがが多発する．要注意の時期といえるだろう．

個人の体力を考慮（図 10）：個人の体力は千差万別である．これを画一的，集団的な練習をすること自体本来無理なのである．しかし，現実には個々の能力に合わせた練習を組むことは非常に困難なので，実行されていることは少ないように思える．このギャップがけがの大きな原因となる．とくに子供の体力の個人差は大人のそれよりもはるかに大きいものである．同じ学年，同じ年齢でも成長期のずれがあると，体力にも２倍以上の差が出る場合がある．指導者は個々の違いをしっかり把握しなければならない．そこで，小・中学生までの子供は３つの集団に分けることを提案する．すなわち，(a)まだ急な成長もなく，体が小さい選手たち．(b)急に延びてきている時期，いわゆる思春期(男子は声変わり，女子は月経開始の時期)の選手たち．(c)急な成長は終わり，体が大きい選手たち．

バレーのような団体競技では完全に個々に分けるのは，実際には不可能なので，以上の３集団に分けて練習内容を変えていくと，けがの予防には大変効果がある．(b)の時期は一番けがや故障が多くなる時期なので，この２～３ヵ月間は激しい運動をやらせないようにする．ここで無理をしなければ，(c)の時期にぐんと技術・体力が増強してくる．

3．環境条件の問題（図 7）

体育館，グラウンドなど：バレーの場合は体育館が問題になる．床の硬さによって膝，腰に与える影響が大となる．硬い床の場合，ジャンパー膝が多発する．また，ランニングの時はコンクリートばかりでなく，土の上も走るほうが膝に良い．

気温，湿度，気候：気温，湿度はけがの発生・予防には無視できない．寒い時にはウォームアップをしっかりやる必要があるし，暑い時には脱水症状にならないように，水分補給を十分にするなどの配慮が必要である．

4．靴・用具などの問題（図 7）

バレーではシューズの選択が重要になる．しっかりと自分にあったシューズを履かなければ，中足骨痛，踵骨痛，アキレス腱痛などさまざまな障害を抱えてしまうことになるだろう．

いずれにしても，子供の頃に小さいけがを恐れずに大いに遊ぶこと．そうすれば，大きいけがをしなくなってくる．

おわりに

現在の JVA の取り組みについて述べる（図 11）[5]．バレーボールは年少者から中高齢者まで，男女を問

わず，各個人の実施目的，体力・技能・興味・関心等に合わせて，年間を通じて気軽に楽しめるという特性を持つ競技種目であり，6人制，9人制，ビーチバレー，ソフトバレー，ゴムバレーなど多様な種目を有するとともに，それぞれのレベルに応じた各種の大会など豊富なプログラム・サービスも提供されている．

このため，多種目・多世代型，生涯一貫型，自主運営型を目指す総合型地域スポーツクラブの中核的な種目となるにふさわしい要素をすべて兼ね備えている．

そこで，JVA では平成 12 年度を「総合型地域バレーボールクラブ育成元年」と位置づけ，重点目標を定めて全国各都道府県バレーボール協会はじめ関係方面に協力を求めつつ，バレーボールクラブの育成に取り組んでいる．

地域住民1人ひとりの生涯スポーツの定着化を目指し，現在，国・地方公共団体・スポーツ関係団体等が中心となり，中学校区を単位として進めつつある総合型地域スポーツクラブの中に，各年齢層・各技術層の多様なレベルのバレーボールクラブをどのように位置づけていくかについて，各都道府県協会の協力のもとにその方策を研究していく．そのことによって，健全なスポーツ活動の普及をはかることが可能となってくる．

5月に行われたオリンピック最終予選で，残念ながら男子は敗れたが，女子は吉原らのベテランとメグ・カナ，大友などの若手がうまくかみ合い，宿敵韓国にも 3-0 で完勝し，アテネのキップを手にした（図 12）．

一貫指導システムに取り組んでまだ日が浅いが，少しずつ着実に成果を上げつつある．アテネオリンピックでは調整の失敗もあり，ベスト8どまりに終わったが，将来像はみえてきた感じがする．



図 12[6)]

文　献

1）高梨泰彦ほか：はじめに～一貫指導システムの概略．In：高梨泰彦，ed. バレーボール一貫指導システム．日本バレーボール協会，東京：1-5，2002.

2）豊田　博ほか：低迷の原因と一貫指導の必要性．In：高梨泰彦，ed. バレーボール一貫指導システム．日本バレーボール協会，東京：12-15，2002.

3）岡崎壮之ほか：環境づくり．In：高梨泰彦，ed. バレーボール一貫指導システム．日本バレーボール協会，東京：65-69，2002.

4）岡崎壮之：家庭婦人バレーボールにおける外傷・障害に関する調査．日本体育協会スポーツ科学研究報告，IX：18-23，1986.

5）豊田　博ほか：環境づくり．In：高梨泰彦，ed. バレーボール一貫指導システム．日本バレーボール協会，東京：79-80，2002.

6）日本文化出版：月刊バレーボールマガジン，58（10）：2004.

スポーツ治療医学研究会助成

糖鎖工学を応用したハイブリッド型軟骨スカホールドの作製および軟骨修復に関する研究

Glycotechnological Development of Hybrid Scaffold and Cartilage Regeneration

大鹿 周佐[1)] Shusa Ohshika
石橋 恭之[1)] Yasuyuki Ishibashi
高垣 啓一[2)] Keiichi Takagaki

●Key words
軟骨細胞，外因性プロテオグリカン，増殖
Chondrocyte：Exogenous proteoglycan：Proliferation

●要旨
軟骨細胞を外因性プロテオグリカン(PG)の存在下，非存在下に単層または3次元で培養を行い，軟骨細胞の増殖と分化における外因性PGの影響について検討した．単層培養およびコラーゲンゲル3次元培養の両手法において，PGの添加により軟骨細胞の増殖が促進された．遺伝子発現定量の結果，単層培養ではII型コラーゲンおよびアグリカンの発現が減少していたが，3次元培養ではII型コラーゲンの発現が維持され，組織学的に良好な軟骨様組織も観察された．外因性PGは軟骨細胞の増殖を制御する素材として，軟骨再生に有用かもしれない．

●Abstract
To investigate the effect of the exogenous PG on proliferation and differentiation of cultured chondrocytes, chondrocytes isolated from the articular cartilages of Japanese white rabbits were expanded in monolayer culture and three-dimensional culture using collagen gel with or without exogenous PG. Cell growth assay revealed that addition of exogenous PG both into monolayer and three-dimensional culture increased the number of chondrocytes. Real-time PCR analyses revealed that exogenous PG significantly decreased the gene expression of type II collagen and aggrecan in monolayer culture. Conversely, in three-dimensional culture the gene expression of type II collagen was maintained and histologically excellent cartilage-like tissue was formed. Exogenous PG may be useful as a material which modulates chondrocyte proliferation on cartilage regeneration.

大鹿周佐
〒036-8562 弘前市在府5
弘前大学医学部整形外科学教室
TEL 0172-39-5083

1) 弘前大学医学部整形外科学教室
2) 弘前大学医学部生化学第一講座

はじめに

近年，自己修復能力が乏しい関節軟骨の治療法として自家培養軟骨細胞移植術[1]が考案され，臨床の場でも広く用いられるようになった．中期から長期の成績では，患者自己評価およびgraft integrityに関する鏡視下評価のどちらにおいても良好であると報告されている[2]．しかしながら，単層培養において形質が変化した軟骨細胞[3]が，移植部において軟骨細胞としての機能を十分に発揮できるかは疑問の残るところである．そこで軟骨細胞形質維持のためさまざまな足場素材が開発され，移植に応用するため研究されている．形質維持に有利な3次元培養法の欠点は，単層培養に較べ細胞増殖が劣ることである．離断性骨軟骨炎などの比較的小さな欠損ならまだしも，変形性膝関節症のような広範囲の軟骨欠損への移植を目指す場合，形質を維持した多くの軟骨細胞が必要とされるため，より効果的な手法の開発が待たれる．

関節軟骨において軟骨細胞はコラーゲン，プロテオグリカン(PG)，ヒアルロン酸，非コラーゲン性蛋白など，さまざまな細胞外マトリックスに囲まれている．これら細胞外マトリックスは，関節運動時のメカニカルストレスから軟骨細胞を保護し，栄養物質・サイトカイン・成長因子の通過や貯蓄を制御することにより，軟骨組織の恒常性を維持している[4]．PGはコア蛋白を中心としてグリコサミノグリカン(GAG)を側鎖にもつ複合糖質であり，生体内において細胞接着，増殖，分化，形態形成に深く関与している．最近，PGが間葉系幹細胞や皮膚線維芽細胞の軟骨分化を誘導する可能性を示した研究が報告された[5~7]．しかしながら，軟骨細胞の増殖はもちろん，分化におけるPGの影響に関しては十分に研究されていない．本研究では，軟骨細胞を外因性PGの存在下，非存在下に単層または3次元で培養を行い，軟骨細胞の増殖と分化における外因性PGの影響について検討した．

1．材料および方法

1）培養方法

単層培養には96ウェルプレートおよび35 mm径の培養皿を使用した．96ウェルプレートは，後述する*Alamar Blue*™による細胞増殖測定に使用した．35 mm径の培養皿に，日本白色家兎関節軟骨から分離した軟骨細胞(ホクドー，札幌)を1.0×10^4個播種し14日間培養を行った．Majimaらの方法[8]に従ってサケ鼻軟骨より精製した軟骨由来PGを，培地(10% FBS，100 μMアスコルビン酸，ペニシリン・ストレプトマイシンを含むRPMI1640)中濃度が1 mg/mlになるように調整し添加した群と培地内にPGを添加しない群に分けて比較した．PGは培地交換ごと(週2回)に新しく添加した．

3次元培養にはアテロコラーゲンゲル(3% I型コラーゲン，高研，東京)を用いた．コラーゲンゲルとPGの混合ゲルに兎軟骨細胞を1.2×10^6個/mlの濃度で包埋し，35 mm径の培養皿上に125 μl滴下した(125 μlのゲル中にPGは1 mg混合)．PGを混合しないでコラーゲンゲル単独で軟骨細胞を包埋した群と比較した．

2）細胞増殖測定

96ウェルプレートを用い，1ウェルあたり4×10^3個軟骨細胞を播種し，PGは各濃度に調整し培地内に添加した(PG 0，0.1，0.5，1.0 mg/ml)．培養1~6日後に*Alamar Blue*™を培地内に添加し，4時間後に蛍光値を測定した．

3次元培養における軟骨細胞増殖は，軟骨細胞包埋ゲルをコラゲナーゼで溶解し，回収した細胞をトリパンブルーで染色しヘモサイトメーターで測定した．

3）Real-time PCRによるmRNA発現の定量

単層培養と3次元培養の軟骨細胞からtotal RNAを抽出し，逆転写酵素により一本鎖cDNAを作製した．Assay-by-Design℠ serviceで作製されたプライマーおよびプローブ(TaqMan MGB probes, FAM™ dye-labeled, Table 1)を用いreal-time PCRを施行した(ABI Prism 7000 Sequence Detection System,

Table 1 Sequence of the designed primers and probes for quantitative real-time PCR

Gene	Forward (F) and reverse (R) primers	Probe
COL2A1	F：5'-CCCCACGCCCACTCG-3'	5'-CCCAGTTCAGGTCTCTTG-3'
	R：5'-CCCAGCTTTTGTTTTGCAGTCT-3'	
Aggrecan	F：5'-CTGCAGGCTGCCTACGA-3'	5'-CCACCAGTGCGACGCC-3'
	R：5'-CAGTCTGATCAGCCAGCCA-3'	
GAPDH	F：5'-CGACCACTTCGGCATTGTG-3'	5'-CCACGGTGCACGCCAT-3'
	R：5'-CCCGTCCACGGTCTTCTG-3'	

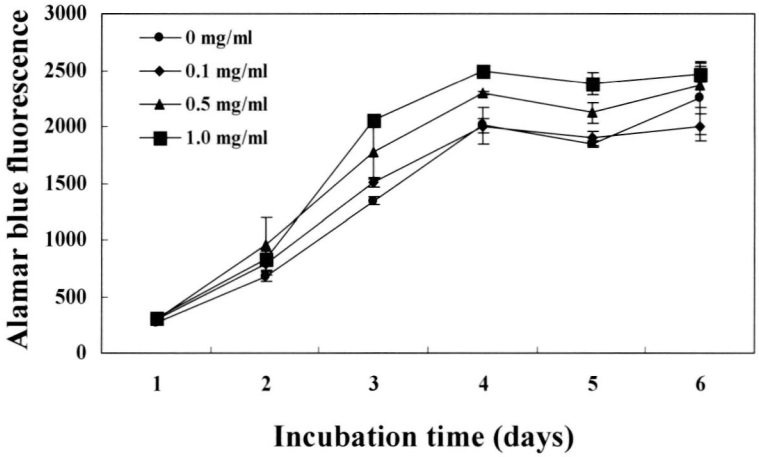


Fig. 1 Effect of exogenous PG on proliferation of chondrocytes in monolayer culture
Chondrocytes of each well were cultured in concentrations of 0, 0.1, 0.5, and 1.0 mg/ml PG. At the indicated time points, cell growth was estimated by arbitrary units of fluorescence intensity using Alamar blue assay. Data represent average of three independent experiments±S. D.

Applied Biosystems)(熱変性 95℃15 秒，アニーリング/伸張反応 60℃ 1 分で 40 サイクル)．遺伝子発現比は比較 Ct 法により算定した．

単層培養および 3 次元培養に用いる直前の細胞からも total RNA を抽出し，同様に遺伝子発現を調べた(control)．

4) 組織学的，免疫組織学的評価

GAG の産生を確認するため，軟骨細胞包埋ゲルをアルシアンブルーで染色した．II 型コラーゲンの染色は，抗ヒト II 型コラーゲン抗体(第一ファインケミカル社，富山)を用い行った．

5) 統計学的解析

得られたデータは平均値±標準偏差で表わし，群間の比較は Student's t-test を用い，$P<0.05$ を有意差ありとした．

2. 結　果

1) 外因性 PG による軟骨細胞増殖促進効果

単層培養での外因性 PG の細胞増殖に関する効果を *Alamar Blue*™を用い測定した．Fig. 1 に示すように，軟骨細胞は急速に増殖しインキュベーション 4 日後に蛍光値はプラトーに達した．3 日後のデータでは濃度依存性に蛍光値の増加を認め，PG 添加濃度 1.0 mg/ml の蛍光値は PG 非添加に比較して約

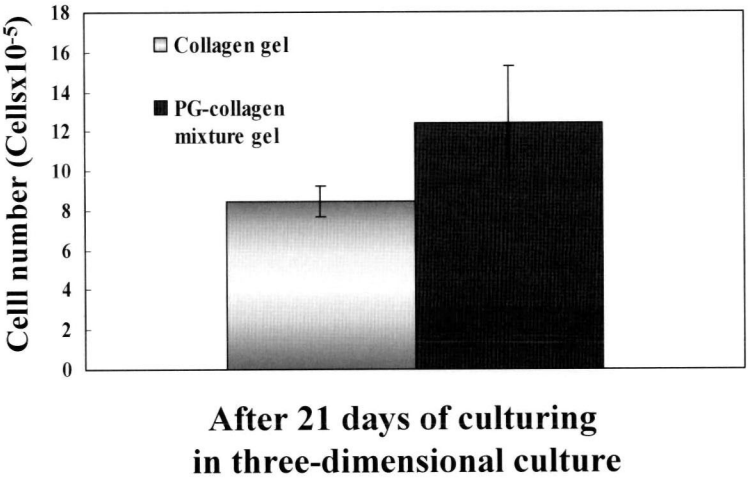


Fig. 2 Effect of exogenous PG on proliferation of chondrocytes embedded in collagen gel
Chondrocyte-containing gel which was mixed with exogenous PG or not was placed in a 35-mm diameter culture dish and cultured. After 21 days of culturing, viable cells in collagen gel were counted after collagenase treatment. Data represent average of four independent experiments±S. D.

1.5 倍の増加であった．PG 添加濃度 0.5 および 1.0 mg/ml の蛍光値は PG 非添加に比較して有意に増加していた(P＜0.05)．

3 次元培養 21 日後の細胞増殖の結果を Fig. 2 に示す．PG 混合コラーゲンゲル内の細胞数は，コラーゲンゲル単独に比較し約 1.5 倍に促進されており有意差を認めた(Collagen gel：8.5±0.78×10^5個，PG-collagen mixture gel：12.4±2.89×10^5個，P＜0.05)．

以上より，単層培養では PG を培地内に添加することにより，また 3 次元培養ではコラーゲンゲルに PG を混合することにより細胞増殖が促進されることがわかった．

2) 外因性 PG が軟骨特異的遺伝子の発現に及ぼす影響

軟骨細胞単層培養において，外因性 PG が軟骨細胞の分化に及ぼす影響を検討した．Real-time PCR による培養 14 日後の発現定量の結果を Fig. 3 に示す．PG 添加群における発現は PG 非添加群に比較して，II 型コラーゲンが約 1/12 に，アグリカンが約 2/5 に低下しており，II 型コラーゲンの発現は統計学的に有意差を認めた(P＜0.05)．また，PG 非添加群でさえ，II 型コラーゲンおよびアグリカンの発現はコントロールと比較して半分以上低下していた(Fig. 3)．

3 次元培養 21 日後の real-time PCR の結果を Fig. 4 に示す．II 型コラーゲンの発現は有意差を認めなかったが，アグリカンの発現が PG 混合ゲルで有意に低下していた(P＜0.05)．両群とも II 型コラーゲンの発現はコントロールに比較し増加していた．

3) 3 次元培養における軟骨様組織の形成

両群ともゲル中心よりもゲル辺縁で細胞を密に認め，ラクネを形成する円形の軟骨細胞様細胞と脱分化したと思われる線維芽細胞様細胞が混在していたが，円形の細胞はゲル辺縁により多く存在していた．円形の軟骨細胞様細胞周囲では，細胞が産生したと思われるグリコサミノグリカン(Fig. 5)および II 型コラーゲン(Fig. 6)が染色されていたが，線維芽細胞様細胞周囲では染色されていなかった．両群を比較した場合，PG 混合ゲルでは細胞が密集して存在しており，その影響かグリコサミノグリカンや II 型コラーゲンは広範に染色されているように見えた．

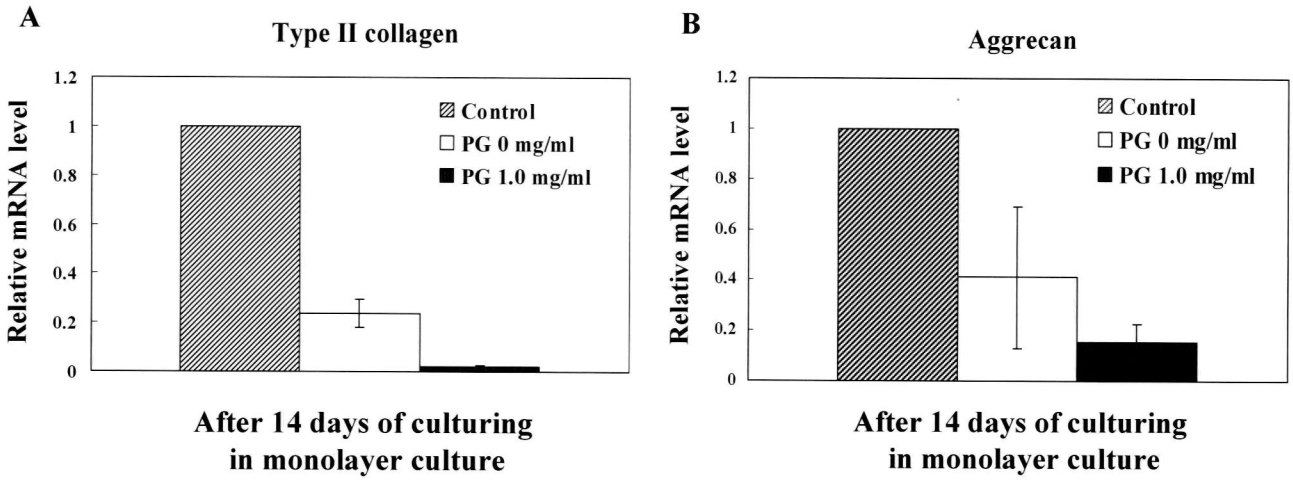


Fig. 3 Effect of exogenous PG on type II collagen and aggrecan mRNA levels of chondrocytes in monolayer culture
Chondrocytes just before being dispensed in 35−mm diameter culture dish were used as control. After normalization to glyceraldehyde 3−phosphate dehydrogenase, the results are expressed as the fold increase of expression with relation to control. Data represent average of three independent experiments±S. D.
A：mRNA expression of type II collagen. B：mRNA expression of aggrecan.

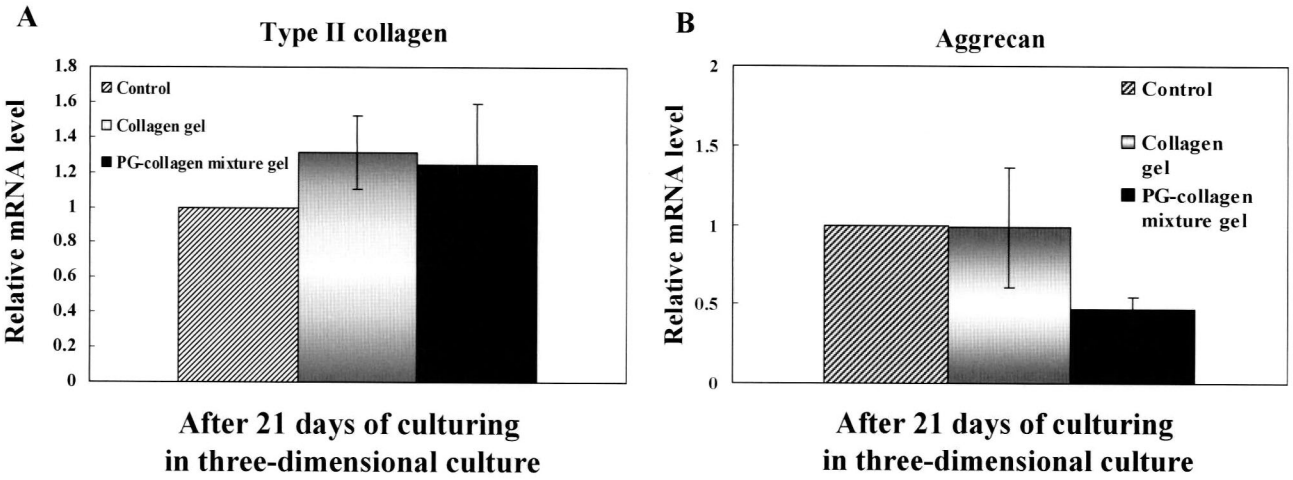
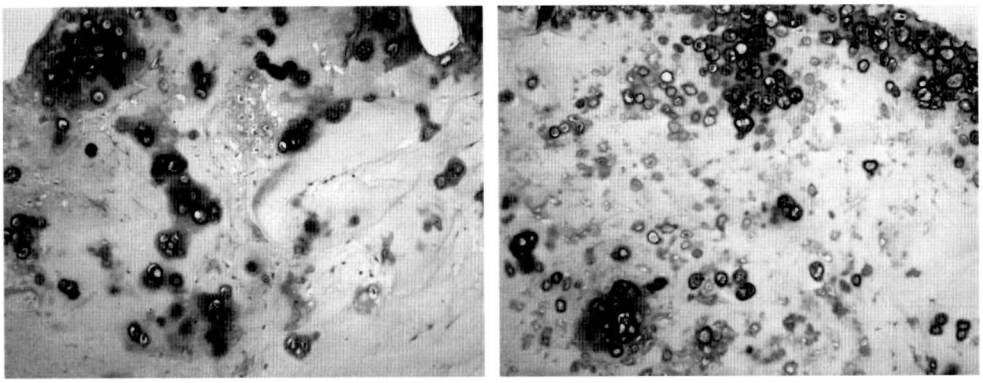


Fig. 4 Effect of exogenous PG on type II collagen and aggrecan mRNA levels of chondrocytes cultured in collagen gel for 21 days
Chondrocytes just before being embedded in collagen gel were used as control. After normalization to glyceraldehyde 3−phosphate dehydrogenase, the results are expressed as the fold increase of expression with relation to control. Data represent average of three independent experiments±S. D.
A：mRNA expression of type II collagen. B：mRNA expression of aggrecan.

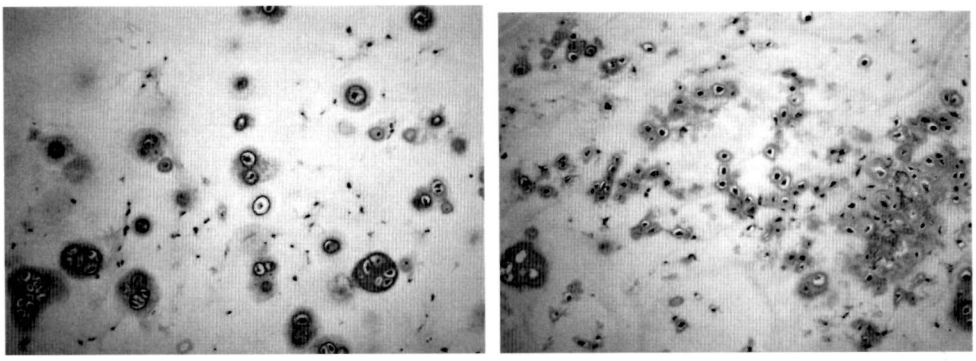
3. 考　察

軟骨細胞単層培養において培地内への外因性PG投与は，軟骨細胞の増殖を促進するもののII型コラーゲンおよびアグリカンの発現を低下させた．過去にPGを培地内に添加した報告は少なく，Takedaらはcartilage matrix deficiency(CMD)マウスの軟骨細胞培養において，軟骨由来のPGを添加することにより異常なマトリックスの集積が正常化したこと



a b

Fig. 5 Histological study for detection of PG in chondrocyte-containing gel cultured for 21 days
4-μm sections were stained with alcian blue for evaluation：(a) control group gel and (b) PG-collagen mixture gel.



a b

Fig. 6 Immunohistochemical study for detection of type II collagen in chondrocyte-containing gel cultured for 21 days
The type II collagen was immunohistochemically stained using mouse anti-human type II collagen monoclonal antibody and a Vectastain Elite ABC kit：(a) control goup gel and (b) PG-collagen mixture gel.

を報告した[9]．Tsukaharaらも同様の細胞におけるファイブロネクチンの異常集積が，軟骨由来PGにより正常化することを報告した[10]．つまり軟骨由来のPGは軟骨形成に有効であることが予想される．しかしながらわれわれの結果では，外因性PGは軟骨細胞の分化維持に不利に働いた．過去の報告とは用いた培養細胞や添加するPG濃度の違いが挙げられ，それが原因とも考えられる．Zhangらは，リコンビナントで作製したバーシカン(コンドロイチン硫酸PG＝CSPG)が軟骨細胞の増殖を促進することを報告している[11]．その機序として，バーシカンのG1ドメインが軟骨細胞の接着を不安定にすることにより増殖が刺激されると述べている．同研究グループのYangらは，マトリックス分子の不均衡が3次元構造の動揺や細胞-マトリックス間の不安定につながることを報告している[12]．細胞の接着に対してCSPGが阻害的に働くことは過去から報告されており[13]，軟骨細胞の増殖に重要な役割を果たしていることが予想される．しかしながら，接着阻害と細胞増殖の詳細な分子メカニズムはいまだ不明であり，インテグリンを介した細胞骨格の変化が関係しているかもしれない[14]．

コラーゲンゲルを用いた3次元培養においても軟骨細胞の増殖は促進されていた．しかも，増殖が促進されただけでなくII型コラーゲンの発現は維持され組織学的にも良好な軟骨様組織が形成されていた．軟骨細胞3次元培養においてPGの効果を検討した研究はわれわれが渉猟する限りでは他に報告されていない．ただしPGではなくGAGの効果を検討した報告はいくつかある．van Susanteらは I 型コラーゲンにコンドロイチン硫酸(CS)を共有結合させたscaffold内で軟骨細胞を培養し，I型コラーゲン単独のscaffoldに比較して細胞増殖や軟骨形成が良好であったと報告している[15]．その機序として，水分保持能増加や張力減少などの物理的特性の変化が，細胞接着，移動，増殖，分化などの細胞現象へ影響をもたらすと考察している．また増殖因子のavailabilityについての影響も指摘しているが明らかなデータは示していない．PGをコラーゲンゲルに混合したわれわれの培養法に関して，コラーゲン線維の架橋などゲルの物性が変化したことは増殖促進の一因と考えられる．しかし，コラーゲンゲル中での細胞移動がCSの添加で促進された報告[16]や移動した後のゲルに主にCSPGが残る報告[17]，さらにわれわれが示した単層培養における外因性PGの増殖促進効果からも，PGそのものが増殖に影響していることが予想される．PG混合ゲルでアグリカンの発現が約半分に減少していたが，外因性に加えたPGが内因性PGの合成を抑制したのかもしれない．本研究ではPGの効果を期待するため高濃度でPGを用いたが，低濃度での検討が必要と考えられた．

CSとCSPGの違いはコア蛋白の有無である．コア蛋白を有するPGは精製が困難であるため，これまでは精製が容易なCSでのみ研究が行われてきた．しかしながら生体内のCSPGは，コア蛋白がヒアルロン酸やリンクプロテインと結合し凝集体を形成することにより軟骨基質内に固定されその機能を発揮している．コア蛋白なしにその機能は語れない．最近，ヘパラン硫酸PGのコア蛋白が軟骨分化を促進する効果を述べた報告[6]もあることから，CSPGのコア蛋白にも重要な機能が隠されているかもしれない．今後は，GAGはもちろんコア蛋白の詳細な機能解明，活性を有するGAGとコア蛋白の酵素的結合[18~20]により合成した人工PGからなるscaffoldの作製が大きな課題である．

結　語

外因性PGは軟骨細胞の増殖を促進した．外因性PGは軟骨細胞の増殖を制御する素材として，軟骨の再生医療に有用かもしれない．

謝辞：ここに紹介した研究は，財団法人日本スポーツ治療医学研究会の研究助成により行われたものです．財団の皆様方に深謝いたします．

文　献

1) Brittberg M et al：Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. N Engl J Med, 331：889-895, 1994.
2) Peterson L et al：Treatment of osteochondritis dissecans of the knee with autologous chondrocyte transplantation, results at two to ten years. J Bone Joint Surg, 85-A Suppl 2：17-24, 2003.
3) Marlovits S et al：Changes in the retio of type- I and type- II collagen expression during monolayer culture of human chondrocytes. J Bone Joint Surg, 86-B：286-295, 2004.
4) Buckwalter JA et al：Articular cartilage：tissue design and chondrocyte-matrix interactions. Instr Course Lect, 47：477-486, 1998.
5) French MM et al：Expression of the heparan sulfate proteoglycan, perlecan, during mouse embryogenesis and perlecan chondrogenic activity in vitro. J Cell Biol, 145：1103-1115, 1999.
6) French MM et al：Chondrogenic activity of the heparan sulfate proteoglycan perlecan maps to the N-terminal domain I. J Bone Miner Res, 17：48-55, 2002.
7) French MM et al：Chondrogenic differentiation of adult dermal fibroblasts. Ann Biomed Eng, 32：50-56, 2004.
8) Majima M et al：Effect of proteoglycan on experimental colitis. In：Endo M et al, ed. New develop-

ments in glycomedicine. Elsevier Science BV, Amsterdam, Netherlands : 221-224, 2001.
9) Takeda M et al : Correction of abnormal matrix formed by cmd/cmd chondrocytes in culture by exogenously added cartilage proteoglycan. J Cell Biol, 103 : 1605-1614, 1986.
10) Tsukahara T et al : Enhanced expression of fibronectin by cmc/cmd chondrocytes and its modulation by exogenously added proteoglycan. J Cell Sci, 100 : 387-395, 1991.
11) Zhang Y et al : Promotion of chondrocyte proliferation by versican mediated by G1 domain and EGF-like motifs. J Cell Biochem, 73 : 445-457, 1999.
12) Yang BB et al : Aggrecan and link protein affect cell adhesion to culture plates and to type II collagen. Matrix Biol, 16 : 541-561, 1998.
13) Knox P et al : Cell adhesion and proteoglycans. I. The effect of exogenous proteoglycans on the attachment of chick embryo fibroblasts to tissue culture plastic and collagen. J Cell Sci, 40 : 77-88, 1979.
14) Imoto E et al : Adhesion of a chondrocytic cell line (USAC) to fibronectin and its regulation by proteoglycan. J Oral Pathol Med, 31 : 35-44, 2002.
15) van Susante JLC et al : Linkage of chodroitin-sulfate to type I collagen scaffolds stimulates the bioactivity of seeded chondrocytes in vitro. Biomaterials, 22 : 2359-2369, 2001.
16) Docherty R et al : Glycosaminoglycans facilitate the movement of fibroblasts through three-dimensional collagen matrices. J Cell Sci, 92 : 263-270, 1989.
17) Funderburg EM et al : Conditioning of native substrates by chondroitin sulfate proteoglycans during cardiac mesenchymal cell migration. J Cell Biol, 103 : 2475-2487, 1986.
18) Takagaki K et al : Enzymatic reconstruction of a hybrid glycosaminoglycan containing 6-sulfated, 4-sulfated, and unsulfated N-acetylgalactosamine. Biochem Biophys Res Commun, 258 : 741-744, 1999.
19) Takagaki K et al : Cleavage of the xylosyl serine linkage between a core peptide and a glycosaminoglycan chain by cellulases. J Biol Chem, 277 : 18397-18403, 2002.
20) Ishido K et al : Enzymatic attachment of glycosaminoglycan chain to peptide using the sugar chain transfer reaction with endo- β -xylosidase. J Biol Chem, 277 : 11889-11895, 2002.

スポーツ治療医学研究会助成

腱移植後早期の骨孔内リモデリング過程における宿主，移植細胞の動態

Behavior of Graft and Host Cells in Early Remodeling Process of Bone Tunnel after Tendon Graft

渡邉 信佳[1)] Nobuyoshi Watanabe
大島 康史[1)] Yasushi Oshima
河田 光博[2)] Mitsuhiro Kawata
小林 政史[1)] Masashi Kobayashi
梶川 佳照[1)] Yoshiteru Kajikawa
久保 俊一[1)] Toshikazu Kubo

●Key words
前十字靱帯，リモデリング，細胞生存
Anterior cruciate ligament：Remodeling：Cell survival

●要旨
Green fluorescent protein（GFP）トランスジェニックラットを用いて腱移植後骨孔内の早期リモデリングにおける宿主・移植細胞の動態を検討した．A群ではGFPラット大腿骨骨孔内に野生株ラットアキレス腱を移植し，B群では野生株ラットにGFPラットアキレス腱を移植した．術直後，3，7日にHE染色およびGFPラット細胞の観察を行った．A群3日では腱の一部に少数の宿主GFP陽性細胞を認め，7日ではその数は増加した．B群3日では腱内に移植腱GFP陽性細胞を認めたが，7日ではその数は減少した．以上から，移植後早期から移植腱の宿主細胞による置換が生じていることが明らかとなった．

●Abstract
The objective of this study was to examine the behavior of the host and graft cells in the early remodeling process of bone tunnel after tendon transplantation using a green fluorescent protein（GFP）transgenic rat. In Group A, Achilles tendons of wild-type rats were transplanted into the bone tunnel of the GFP rats. In group B, Achilles tendon of GFP rats were transplanted into the bone tunnel of the wild-type rats. At 3 and 7days, sections were stained with hematoxylin and eosin and GFP positive cells were also observed. In Group A, small number of signal positive host cells were found in the graft at 3 days, which increased at 7 days. In Group B, signal positive graft cells were

渡邉信佳
〒602-8566 京都市上京区河原町広小路上る梶井町465
京都府立医科大学大学院医学研究科
運動器機能再生外科学（整形外科学教室）
TEL 075-251-5549/FAX 075-251-5841
E-mail nobuw@koto,kpu-m.ac.jp

1）京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学（整形外科学教室）
2）京都府立医科大学大学院医学研究科解剖学教室生体構造科学部門

found in the graft at 3 days, which decreased over time. In conclusion, replacement of graft cells by host cells occur in the early remodeling of bone tunnel.

はじめに

前十字靱帯(anterior cruciate ligament：ACL)損傷に対する治療方法として自家ハムストリング腱移植による靱帯再建術が広く行われてきた[1]．しかし，再建術後に移植腱の再構築と骨孔壁との生物学的癒合に長期間を要するため，早期のスポーツ復帰を目指し，移植腱の固定方法，固定張力などの生体力学的研究により術式の改良がなされてきた[2, 3]．また動物モデルにおいてはサイトカインの応用により細胞生物学的な移植腱再構築の促進が試みられてきた[4~9]．しかし，術後早期に十分な骨孔-移植腱間の力学的強度を獲得するためには，移植腱の再構築の過程における宿主由来(宿主)細胞と移植腱由来(移植腱)細胞の動態を解明し，新たな組織工学的手法の開発に応用する必要がある．本研究の目的は遺伝子導入ラットを用いた腱移植モデルを作製し，骨孔内での再構築過程における宿主，移植腱細胞の動態を解明することであった．

1．対象および方法

対象にはSprague-Dawley(SD)系ラットに発光クラゲに由来する緑色蛍光タンパク質(green fluorescent protein：GFP)の遺伝子を導入した12週齢のGFP遺伝子導入ラット(GFPラット)10匹とSD系(野生株)ラット10匹を用いた．実験動物をA群，B群の2群に分け，A群ではGFPラットの大腿骨顆間窩から外側顆に直径2 mmの骨孔を作製し，野生株ラットから摘出したアキレス腱を作製した骨孔内に移植した．近位ではアキレス腱を外側顆骨膜に縫着し，遠位では移植腱に力学的負荷を与える目的で膝蓋腱に縫着した．同様の手術手技で野生株ラットに作製した骨孔内にGFPラットから摘出したアキレス腱を移植したものをB群とした(Fig. 1, 2)．術後外固定処置を行わずケージ内で飼育し，移植直後，3，7日に大腿骨顆部を摘出し，4%パラホルムアルデヒド・燐酸緩衝液で24時間の組織固定後，0.5 Mエチレンジアミン四酢酸(EDTA)により室温下で2週間脱灰を行った．OCT compoundで包埋し，移植腱の長軸方向にcryostat(Jung CM3000, Leica, Germany)で厚さ14 μmの連続凍結切片を作製し，hematoxyline-eosin(HE)染色による組織学的検討を行った．また，共焦点レーザー顕微鏡(LSM510, Zeiss, Germany)を用いてGFP陽性細胞の局在について検討した．

2．結　果

HE染色では，移植後3日で移植腱の一部に壊死を認めた．また，移植腱と骨孔の境界部は明瞭であり，同部には炎症細胞が浸潤していた(Fig. 3a, b)．移植後7日では，移植腱と骨孔の境界部は粗な結合組織により構成され，卵円形から紡錘形の核をもった

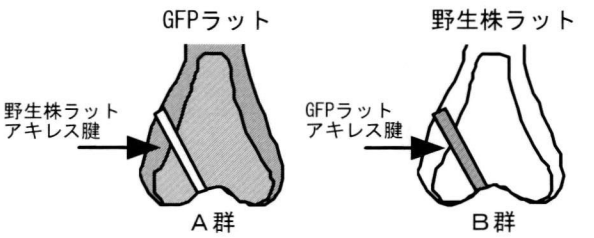
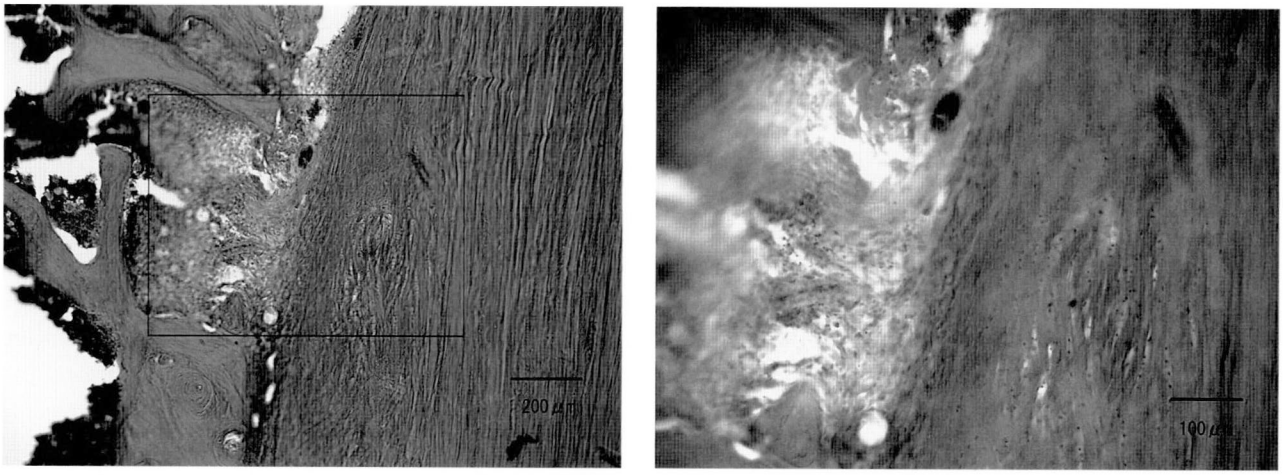


Fig. 1　Experimental groups

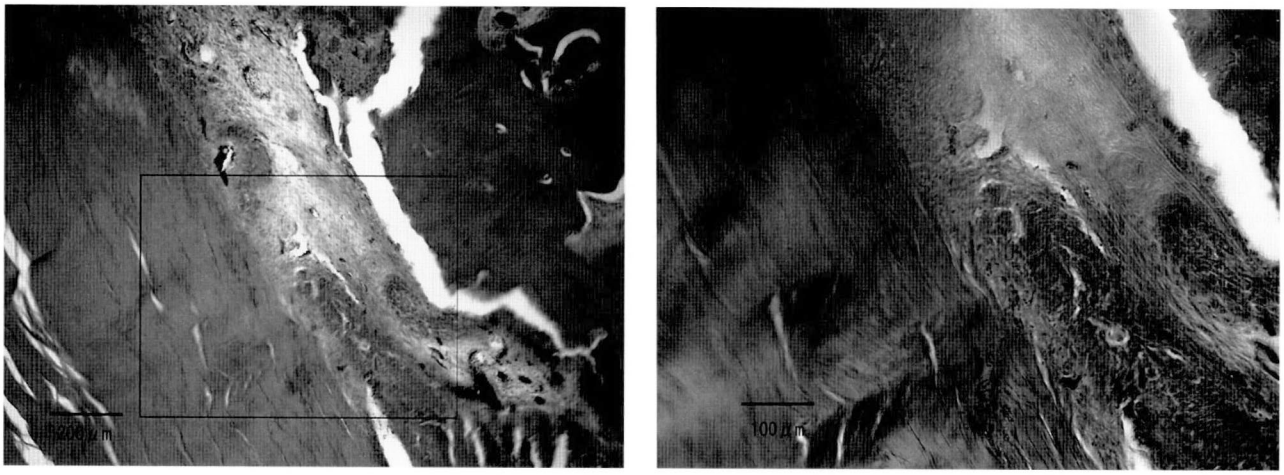


Fig. 2　Tendon transplantation



a　　b

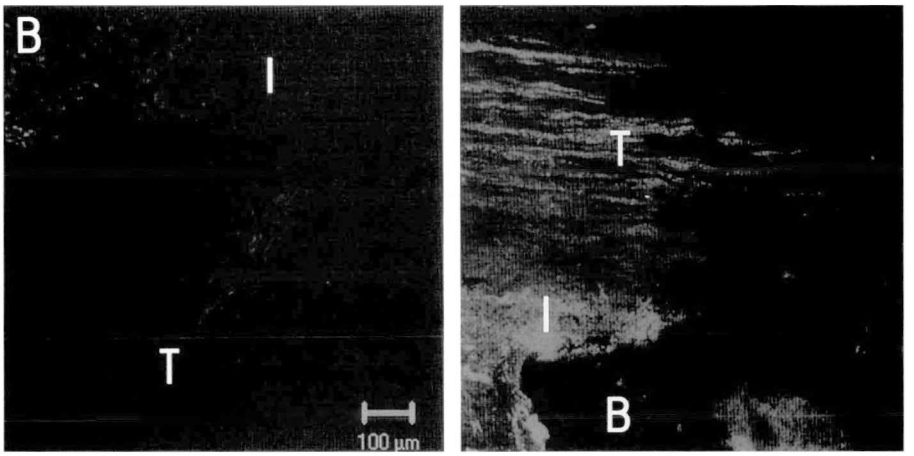
Fig. 3　Histological findings at 3 days (HE)
a：Lower maginification，b：Higher magnification.



a　　b

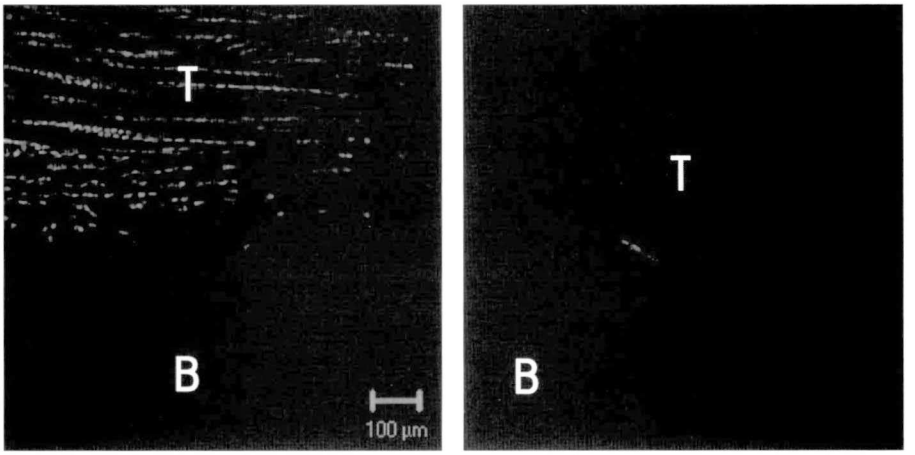
Fig. 4　Histological findings at 7 days (HE)
a：Lower maginification，b：Higher magnification.

間葉系細胞が浸潤していた．また，境界部および移植腱内に血管新生を認めた(Fig. 4a，b)．共焦点レーザー顕微鏡による GFP 陽性細胞の観察では，A 群の移植直後において宿主骨髄には多数の GFP 陽性宿主細胞が存在したが，移植腱内には GFP 陽性細胞を認めなかった．移植後 3 日では境界部に多数の GFP 陽性宿主細胞が存在し，移植腱では GFP 陽性の宿主細胞群が腱内部骨孔側の一部に帯状に分布していた(Fig. 5a)．移植後 7 日では移植腱内の GFP 陽性宿主細胞は増加し，移植腱の一部において紡錘形の形態を呈した宿主細胞が線維方向に沿って配列していた．HE 染色で境界部に認められた重層化した小円形細胞および紡錘形細胞は GFP シグナル陽性の宿主細胞であった(Fig. 5b)．B 群の移植直後では移植腱内のみに GFP 陽性の移植腱細胞が存在したが，周囲の宿主骨髄には GFP 陽性移植腱細胞を認めなかった．移植後 3 日目では移植直後と同様に移植腱内のみに多数の GFP 陽性細胞が存在し，境界部に



a b

Fig. 5 Sections by confocal laser scanning microscopy of Group A
a：3 days after transplantation, b：7 days after transplantation.
B：Bone, I：interface, T：tendon.



a b

Fig. 6 Sections by confocal laser scanning microscopy of Group B
a：3 days, b：7 days.
B：Bone, I：interface, T：tendon.

はGFP陽性細胞を認めなかった(Fig. 6a)．移植後7日では移植腱内のGFP陽性細胞は減少した．境界部は移植後3日と同様にGFP陽性の移植腱細胞を認めなかった(Fig. 6b)．

3. 考　察

ACL損傷に対する自家ハムストリング腱を用いた靱帯再建術は，その安定した成績が報告されてきた[1]．しかし，骨付き膝蓋腱を用いた靱帯再建術と比較して，移植腱が力学的に十分な強度をもって骨孔壁と癒合するのに長期間を要するという欠点をもつ．術後の回復期間を短縮させるために，移植腱の固定方法，固定張力などに関した生体力学的研究を行い，術式の改良が行われてきた．Clarkら[2]は大腿骨骨孔での移植腱固定にcross-pinを用いることで移植腱の固定間距離が短くなり強固な固定が得られると報告し，Shinoら[3]は移植腱に一定した初期張力

を与えて脛骨側に移植腱を固定するために double spike plate を用いる方法を報告した．

また細胞生物学的研究では，Rodeo ら[6]は犬モデルで腱移植時に骨孔内に bone morphogenetic protein-2（BMP-2）を投与することで移植後の修復過程を促進できると報告し，Martinek ら[5]は家兎モデルでアデノウイルスベクターを用いて BMP-2 遺伝子を移植腱に導入し移植後の骨孔内での修復過程が促進されることを報告した．Sakai ら[7]は家兎で ACL を凍結処理し自家腱移植モデルを作製し，低濃度の transforming growth factor-beta1（TGF-beta1）と epidermal growth factor（EGF）を凍結処理後の ACL に塗布することで引っ張り強度の低下を抑制できると報告している．しかし，さらに有効なサイトカインの種類や時期を特定するためには移植後の修復機転における細胞動態を明らかにすることが必要であると考える．移植後の骨孔内再構築過程における宿主，移植腱細胞の動態について Rodeo ら[10]は，HE 染色による組織学的研究で細胞形態から周囲の宿主骨髄細胞が移植腱の再構築に関与すると報告した．しかし，宿主細胞と移植細胞を厳密に判別することは困難であり，腱移植後の骨孔内再構築過程におけるこれらの細胞の動態は明らかでない．

近年の分子生物学の進歩に伴い遺伝子導入動物の開発がなされてきた．このうち発光クラゲから抽出された GFP はラット *in vivo* において拒絶されず，GFP 遺伝子を導入したラットが開発された[11, 12]．GFP ラットの細胞または組織を同系の野生株ラットに移植した場合，理論的には拒絶が生じない．GFP ラットから採取した靱帯を同系の野生株ラットに作製した骨孔内に移植することで，GFP シグナルを有する移植腱細胞の追跡が可能となる．また，逆に GFP ラットに作製した骨孔内に野生株ラットから採取した靱帯を移植することで GFP シグナルを有する宿主細胞の追跡が可能である．われわれは自家移植モデルで宿主細胞と移植腱細胞を明確に区別するために *in situ* hybridization 法を用いてきたが[13, 14]，本研究で用いた GFP ラットでは細胞質と核に緑色蛍光タンパク質を有するため多段階の染色を行わずにレーザー顕微鏡で容易に宿主細胞と移植腱細胞を区別して観察することが可能であった．

HE 染色での組織学的検討では移植腱と骨孔の境界部で，骨側に重層して存在する小円形細胞が移植腱へ向かって紡錘形細胞へと形態が変化しており，形態的には骨髄の小円形細胞が徐々に形態を紡錘形に変化させて移植腱内に侵入していると推察することが可能であった．しかし，これらの細胞が宿主に由来するものか移植腱に由来するものかについては HE 染色のみでは明確でない．共焦点レーザー顕微鏡による GFP 陽性細胞の観察では，A 群で術後経時的に移植腱内に GFP 陽性を呈する宿主細胞の侵入，増加をみとめ，B 群では移植腱内の GFP 陽性の移植腱細胞が経時的に減少することが明らかとなった．以上の結果から移植後早期に宿主細胞が境界部に浸潤し，移植腱細胞の宿主細胞による置換が生じることが明らかとなった．

まとめ

GFP ラットを用いて自家腱移植モデルを作製し，移植腱は骨孔内で比較的早期に宿主由来の細胞に置換され，再構築には主に宿主由来細胞が関与すると考えた．

本研究は日本スポーツ治療医学研究会の平成 15 年度研究助成金を受け行った．

文　献

1）Williams RJ 3rd et al：Anterior cruciate ligament reconstruction with a fourstrand hamstring tendon autograft. J Bone Joint Surg, 86-A：225-232, 2004.
2）Clark R et al：Cross-pin femoral fixation：a new technique for hamstring anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. Arthroscopy, 14：258-267, 1998.
3）Shino K et al：Graft fixation with predetermined tension using a new device, the double spike plate. Arthroscopy, 18：908-911, 2002.
4）Azuma H et al：Timing of administration of transforming growth factor-beta and epidermal growth factor influences the effect on material properties of the in situ frozen-thawed anterior cruciate

ligament. J Biomech, 36 : 373-381, 2003.
5) Martinek V et al : Enhancement of tendon-bone integration of anterior cruciate ligament grafts with bone morphogenetic protein-2 gene transfer : a histological and biomechanical study. J Bone Joint Surg, 84-A : 112-1131, 2002.
6) Rodeo SA et al : Use of recombinant human bone morphogenetic protein-2 to enhance tendon healing in a bone tunnel. Am J Sports Med, 27 : 476-488, 1999.
7) Sakai T et al : Effects of combined administration of transforming growth factor-betal and epidermal growth factor on properties of the in situ frozen anterior cruciate ligament in rabbits. J Orthop Res, 20 : 1345-1351, 2002.
8) Schmidt CC et al : Effect of growth factors on the proliferation of fibroblasts from the medial collateral and anterior cruciate ligaments. J Orthop Res, 13 : 184-190, 1995.
9) Yasuda K et al : The effect of growth factors on biomechanical properties of the bone-patellar tendon-bone graft after anterior cruciate ligament reconstruction : a canine model study. Am J Sports Med, 32 : 870-880, 2004.
10) Rodeo SA et al : Tendon-healing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog. J Bone Joint Surg, 75-A : 1795-1803, 1993.
11) Ito T et al : Application of bone marrow-derived stem cells in experimental nephrology. Exp Nephrol, 9 : 444-450, 2001.
12) Okabe M et al : 'Green mice' as a source of ubiquitous green cells. FEBS Lett, 407 : 313-319, 1997.
13) Oshima Y et al : Behavior of graft and host cells in underlying subchondral bone after transplantation of osteochondral autograft. Microsc Res Tech, 58 : 19-24, 2002.
14) Watanabe N et al : A method of tracking donor cells after simulated autologous transplantation : a study using synovial cells of transgenic rats. Cell Tissue Res, 298 : 519-525, 1999.

Recent Tennis Injuries in Japan

テニスにおける傷害・障害の現況

Shuzo Okudaira 奥平 修三[1, 2)]
Atsushi Akaike 赤池 敦[1, 3)]
Takayuki Sukegawa 助川 卓行[1)]
Moroe Beppu 別府 諸兄[1, 4)]
Yoshihiro Muraki 村木 良博[1)]
Shoji Ishii 石井 庄次[1)]
Shigemichi Kyunou 及能 茂道[1)]

●Key words
Tennis：Injury：Disorder
テニス，傷害，障害

●Abstract

Although the way people play tennis has changed as new techniques and equipment have been introduced, there are few recent reports on tennis injuries in Japan. The Japan Tennis Association Medical Committee (JTAMC) was founded in 2001 to help both top-level tennis players and recreational tennis players and now consists of 58 medical doctors and 8 athletic trainers. Here we report the type and frequency of tennis injuries incurred in the years since 2001. Data were obtained from a survey questionnaire of recreational players in 2003, and from the care records kept by our athletic trainers during the All Japan Tennis Championships in 2001, 2002 and 2003. The results of this study are as follows；1) In Japan, many recreational tennis players have injuries and disorders of upper extremity. 2) Japanese top-level tennis players most frequently have incurred low-back pains, and the number of lower extremity problems has increased compared to 12 years ago. We need to collect more data to help prevent injuries and disorders in Japanese top-level tennis players and recreational tennis players.

●要旨

近年の技術・道具の進歩に伴いテニスの試合も変わってきた．しかし，日本における最近のテニス傷害・障害に対する報告はほとんど認められない．今回，日本テニス協会医事委員会（2001年発足，58人の医師および8人のアスレチックトレーナーで構成される）は2003年にテニス愛好家に行ったアンケートおよび2001年から2003年の全日本テニス選手権大会でのトレーナーによる加療部位記録を用いて現在のテニス傷害・障害を調査した．その結果は以下のようであった．①一般レベルでは上肢の傷害・障害について注意する必要がある．②競技レベルでは腰部痛の発生頻度が高く，さらに下肢への負担の増加していることがわかった．③競技

奥平修三
〒606-8845 京都市中京区壬生高田町1-2
京都市立病院整形外科
TEL 075-311-5311/FAX 075-321-6025

1) Japan Tennis Association Medical Committee
2) Graduate School of Medicine, Department of Orthopaedic and Musculoskeletal Surgery, Kyoto University
3) Department of Orthopaedic Surgery, Gifu University
4) St. Marianna University School of Medicine, Department of Orthopaedics and Traumatology

レベルに対する障害予防にはさらなるデータの蓄積が必要と思われた.

Introduction

Tennis is one of the most popular sports in the world and is enjoyed by millions of people from 3 to 103 years old[1], according to the STMS (Society for Tennis Medicine and Science) 5th World Congress.

Tennis is played throughout the year, especially by top-level tennis players. Verspeelt[2] has reported that the average down-time, interval away from competition for top-level players, is only 3.1 weeks/year, which allowed little time for recovery and training. In 2003, the WTA tour decided to shorten the tournament duration, by 1 week in 2006 and by 2 weeks in 2007, to help prevent injuries and to extend the players' professional lifetime.

Today's tennis rackets are lighter, stiffer, longer and wider than those 20 years ago. Although the way people play tennis has changed as new techniques and equipment have been introduced, there are few recent reports on tennis injuries in Japan. The Japan Tennis Association Medical Committee (JTAMC) was founded in 2001 to help top-level tennis players and recreational tennis players. The JTAMC now consists of 58 medical doctors and 8 athletic trainers. The JTAMC has undertaken surveys on injuries and disorders. Here we report the data obtained from a survey of recreational players in 2003, and from the care record kept by our athletic trainers during the All Japan Tennis Championships in 2001, 2002 and 2003.

Materials and Methods

The JTAMC designated a questionnaire to collect data on injuries and disorders in recreational tennis players (Fig. 1). The questionnaire consists of 35 questions. A survey was conducted nationwide in 2003, and 147 males and 178 females responded. Their average age was 42.1 years.

The athletic trainers of JTAMC have also kept medical care records concerning injuries and disorders incurred during the All Japan Tennis Championships in 2001, 2002 and 2003. The total number of participants in these three championships was 1,067, including 545 males and 522 females. The total number of medical care records examined in this study was 1,005.

Statistical Analysis

The relative frequency (%) is calculated for dividing the number of injuries or disorders by the total number of each category.

Result

Among the injuries in recreational players, the most frequent site of injury was the ankle in 17.5%, followed next by the elbow in 14.5%, the wrist in 11.3%, the leg in 10.1%, the shoulder in 8.1% and the low back (lumber region) in 8.1%. All injuries in an upper extremity constituted 33.9% (Table 1).

Among the all disorders of recreational players, the most frequent site of injury was the elbow in 27.7%, the wrist in 16.4%, the knee in 14.2%, the low back in 13.5%, and the shoulder in 9.9%. Disorders in an upper extremity constituted more than 50% (Table 2).

Among the injuries and disorders in top-level players, the most frequent site of injury was the low back in 20.5%, followed by the thigh in 15.1%, the shoulder in 8.8%, the leg in 8.1%, and the elbow in 6.3%. Unlike the disorders in the recreational players, injuries of upper extremity constituted only 17.2% (shoulder 8.8%, elbow 6.3%, and wrist 2.1%) (Table 3).

Some players in these championships required further medical treatment in the hospital.

Case 1：28-year-old male (Fig. 2).

Diagnosis：right distal radioulnar joint instability on motion.

He experienced pain in the right wrist when he made

Japan Tennis Association Medical Committee

Questionnaire：Tennis injuries and disorders

NAME： AGE： GENDER：M/F

The purpose of this questionnaire is to help prevent tennis injuries and disorders. This questionnaire is only for medical use.

Q1. Which is your dominant hand, right or left?
Q2. When did you begin playing tennis?
Q3. Which kind of tennis did you begin；soft tennis or tennis?
Q4. Which is your tennis level；a beginner, middle-grade player or competitive?
Q5. Are you a competitive tennis player or professional tennis coach?
Q6. Did you belong to a high school or a university tennis team?
Q7. Have you ever taken any lessons in a private tennis school?
Q8. Which is your forehand stroke, the one-handed or the two-handed?
Q9. Which is your backhand stroke, the one-handed or the two-handed?
Q10. How many hours do you spend playing tennis in a week?
Q11. Do you do a warming-up? If 'Yes', how many hours do you spend?
Q12. Have you ever had any tennis related injury? If answer is 'No', go to Q24
Q13. Where was your tennis-related injury site?
Q14. How severe was your tennis-related injury?
Q15. Do you remember the diagnosis of your tennis-related injury? If 'Yes', please write down the diagnosis.
Q16. How old were you when you suffered the injury?
Q17. What were you doing when you suffered the injury?
Q18. What type of play were you doing at the time；smash, serve, stroke, or other?
Q19. What is the cause of injury；falling to the ground, collision to the equipment or the person, or other?
Q20. On what kind of surface did you play tennis?
Q21. Did you receive any medical care? If 'Yes', where did you go to treat the injury；a hospital, a clinic, or a bonesetter?
Q22. What was your medical treatment?
Q23. Do you think the treatment was effective?
Q24. Have you ever had any tennis-related disorder?
Q25. Where was your tennis-related disorder site?
Q26. What kind of tennis-related disorder did you have?
Q27. Do you remember the diagnosis of your tennis-related disorder? If 'Yes', please write down the diagnosis.
Q28. How old were you when you suffered the disorder?
Q29. What do you think was the cause for your disorder?
Q30. On what kind of surface did you play tennis?
Q31. Did you receive any medical care? If 'Yes', where did you go to treat the injury；a hospital, a clinic or a bonesetter?
Q32. What was your medical treatment?
Q33. Do you think the treatment was effective?
Q34. Do you have, what we call, 'tennis elbow'?
Q35. Any other comment you have for prevention of injuries and disorders・・・

Fig. 1 The questionnaire on injuries and disorders in recreational tennis players
The questionnaire consisted of 35 questions.

Table 1 Injuries in recreational tennis players in Japan

Site	Frequency	Incidence (%)
Ankle	71	17.5
Elbow	59	14.5
Wrist	46	11.3
Leg	41	10.1
Shoulder	33	8.1
Low back	33	8.1

Table 2 Disorders in recreational tennis players in Japan

Site	Frequency	Incidence (%)
Elbow	76	27.7
Wrist	45	16.4
Knee	39	14.2
Low back	37	13.5
Shoulder	27	9.9

Table 3 Injuries and disorders in top-level tennis players during the All Japan Tennis Championships 2001～2003

Site	Frequency	Incidence (%)
Low back	194	20.5
Thigh	143	15.1
Shoulder	83	8.8
Leg	77	8.1
Elbow	60	6.3

a forehand stroke, in September 2001. He continued to experience pain even though after seeing several doctors. In March 2003, he saw a doctor at St. Marianna University School of Medicine, and was diagnosed as having distal radioulnar joint instability on motion. X-ray examination showed no ulna (+) variant, and MRI also showed no triangular fibrous cartilage complex (TFCC) injury. He consented to an ulnar shortening operation, and fully recovered to play tennis at 6 months after the operation.

Case 2：27-year-old female (Fig. 3).

Diagnosis：SLAP injury.

She experienced pain in the right shoulder when she served and smashed the ball, in December 2000. The pain did not diminish and she saw a doctor at Shouwa University Fujigaoka Rehabilitation Hospital in May 2001.

A physical examination showed positive Crank test and impingement sign. On abduction, the right shoulder showed external rotation. A functional X-ray examination[3] at 45 degrees shoulder abduction showed scapula upper rotation and adduction of left scapula, positive Cuff Index and humeral head upwards displacement.

She took physical therapy, especially for strengthening the latissimus dorsi muscle and hip joint, and achieved full recovery after 2 weeks.

Discussion

The JTAMC survey has found that recreational tennis players most frequently suffered from ankle injuries, 17.5%. Fukuoka[4] (47.5%, 1987), and the Sports Safety Association (20.3%, 1992[5] and 15.8%, 1999[6]) has shown similar findings. The percentage of upper extremity injuries, (involving the elbow, the wrist, and the shoulder) has shown an increase in the past few years. However these findings are different from those seen much earlier. We need to investigate the details of these injuries in the upper extremity to take preventive actions.

In our study, the most frequent disorder involved the elbow, similar to the findings of Fukuoka[4] in female recreational tennis players. The second most frequent disorder involved the wrist, constituting 16.4% of all the disorders. The frequency of disorders (27.7%) compared to injuries (14.5%) in the elbow may suggest that some injuries may have not completely heeled and developed into disorders.

Lateral and medial epicondylitis are common elbow injuries. Lateral epicondylitis is more frequently seen in recreational tennis players, caused by poor mechanics during a backhand stroke[7]. Medial epicondylitis is less frequently seen than the lateral epicondylitis and tends to occur in high-level tennis players[7], often caused by chronic repetitive overload. Repetitive

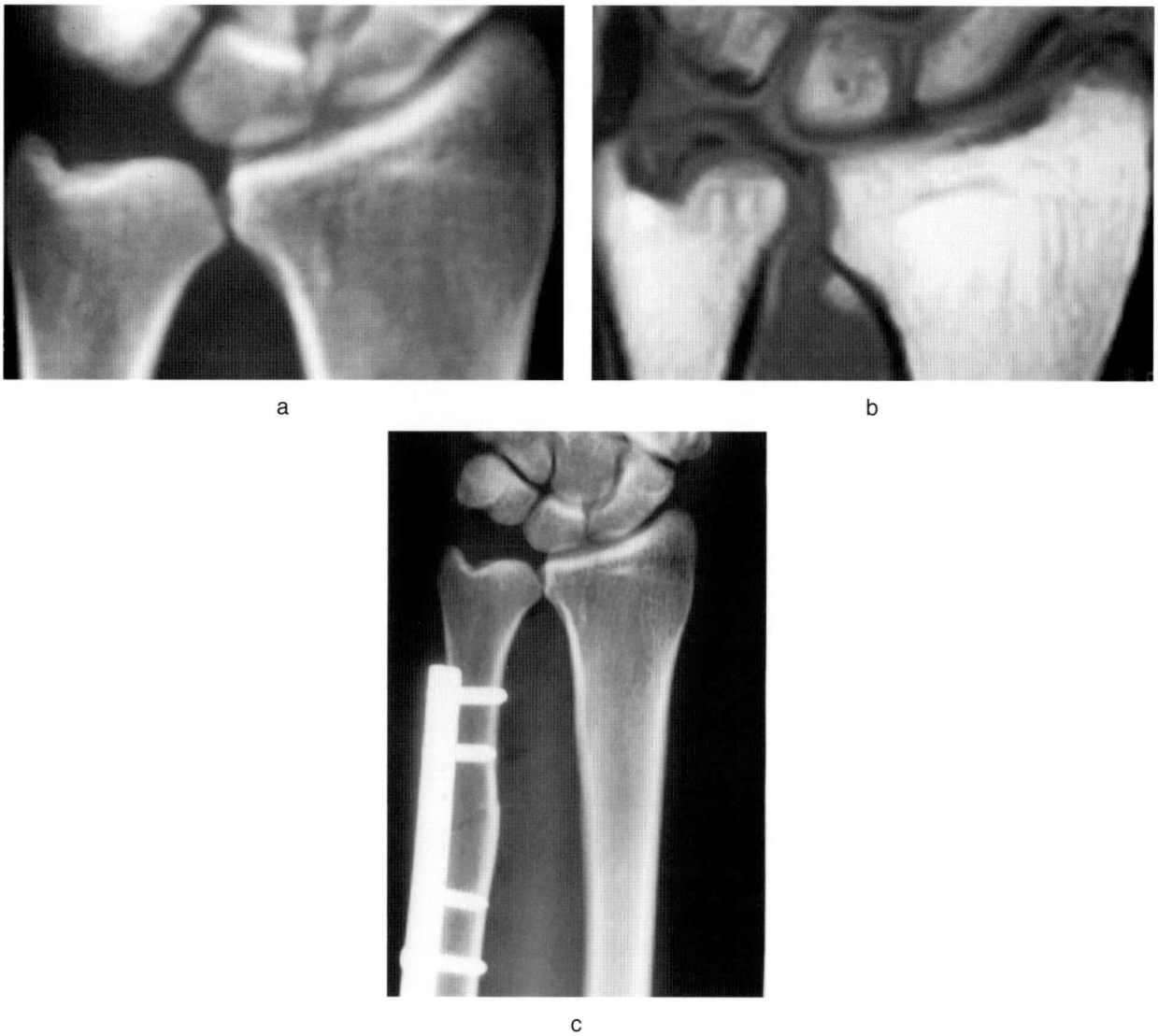


Fig. 2 Case 1：28-year-old male (diagnosis：right distal radioulnar joint instability on motion)
a：X-ray examination showed no ulna (+) variant, b：MRI showed no TFCC injury. c：X-ray examination after ulnar shortenig operation.

microtraumatic injury is one of the causes for micro-tears in muscle origin. Nirschl[7] has argued that the term 'angiofibroblastic tendinosis' was consistent with the histological features of no inflammatory cells and atypical fibroblast with vascular tissue invasion, and he ascribed these lesions to overuse. Nirschl[8] also suggested the risk factors for elbow tendon overuse. Those were 1) Patient age of 35 years or older, 2) High activity level (sports and occupational), 3) Demanding activity technique and 4) Inadequate fitness level.

Table 4 Incidence of injuries and disorders in top-level tennis players 2001～2003 vs 1992

Site	2001-2003 (%)	1992 (%)
Low back	20.5	35.4
Thigh	15.1	1.6
Shoulder	8.8	15.9
Leg	8.1	1.0
Elbow	6.3	11.5

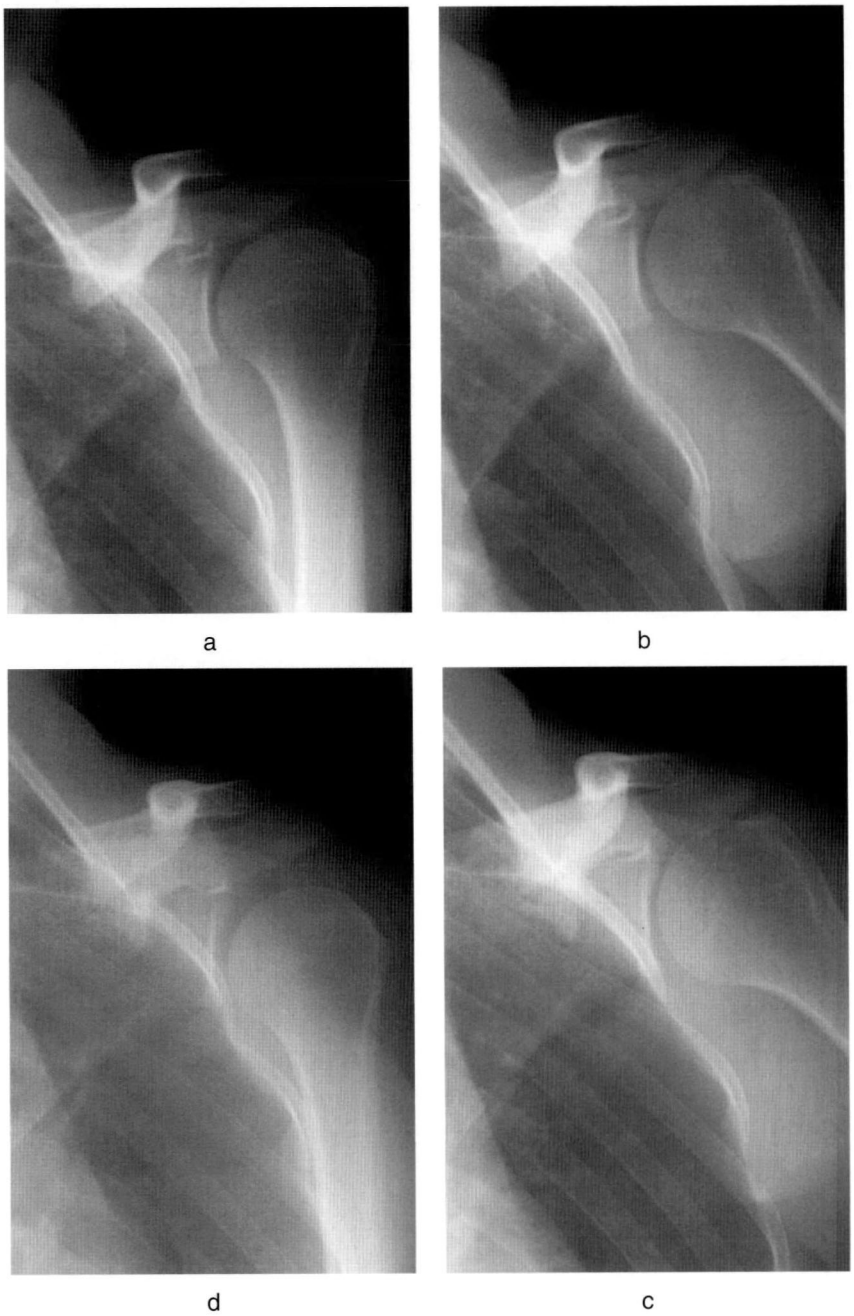


Fig. 3 Case 2：27-year-old female (diagnosis：SLAP injury)
a-d：functional X-ray examination[3]. a：neutral position without weight, b：45° abduction without weight, c：45° abduction with 3 kg weight, d：neutral position with 3 kg weight. At 45° shoulder abduction showed scapula upper rotation and adduction of left scapula, positive Cuff Index and humeral head upwards displacement.

The treatment for tennis elbow is controversial. Only per oral and topical NSAIDs (Non-steroidal anti-inflammatory drugs) are beneficial or likely to be beneficial. While the use of acupuncture, shock wave

therapy, orthoses, or other long-term treatment with NSAIDs is not supported by clinical evidence[9]. It has also been suggested that lateral epicondylitis is not a local disease, particularly in the chronic phase[10]. Some studies have evaluated the effects of cervical spine manipulation on the symptoms of lateral epicondylitis and found improvements in pain[11~13].

As for Japanese top-level tennis players, the most frequent site of injury or disorder was the low back (20.5%). Similar findings were reported in 1992 (35.4%)[14] (Table 4). Marks[15] also reported 38% of players on the Men's Professional Tennis Tour missed at least one tournament because of low-back complaints. The action movement of combined torso rotation and extension is generally responsible for causing low-back pain, and tennis strokes usually need this type of action movement.

The treatment of low-back pain in the acute stage always begins with rest. But if the low back pain is chronic, the treatment of 'nonspecific low back pain' is differentiated from that of structural abnormality[16]. The 'non-specific low-back pain' indicates no specific physical abnormalities on diagnostic investigation for explaining the pain. This also includes muscle strains and back sprains. The treatment is composed of rest, icing, and medication. As the pain and muscle spasm abate, exercise can be resumed for improving strength and flexibility. The important point of the exercise is to incorporate core stability exercises, i.e. supine core stabilization, spinal extensions, bridging and balancing exercises on the gym ball. The prognosis of nonspecific low-back pain is as follows; 50% of patients recover within one week, and 95% within three months[16]. Low-back pain with a structural abnormality includes a herniated disc, fracture, spondylolysis, and spondylolisthesis. In such case, further medical treatment and intervention are needed[16].

Tennis players are trunk musculature asymmetrically trained athletes, compared with the trunk musculature symmetrically trained athletes. In isometric strength measurement, tennis players are stronger in left-side bending than in right-side bending (643 N in left side and 557 N in right side), and stronger in extension than flexion (835 N in extension and 638 N in flexion)[17]. Strength imbalance in the trunk muscle is a possible factor in the etiology for low-back pain[18,19]. Balanced training of the trunk muscles may provide a way for preventing low-back pain.

Over the years, it also appears that the percentage of thigh and leg complaints have increased. The total of thigh, leg or low back complaints now constitutes 43.7%, which is higher than that found in 1992 (38.0%). This may be due to change in tennis techniques and equipment.

Japanese top-level and recreational tennis players suffer from pain in various parts of the body. However, the number of complaints in each part respectively shows that Japanese top-level players complain less often of pain than recreational players. That may imply that recreational tennis players tend to use specific parts of their body instead of their whole bodies when they play tennis. To understand the difference in hitting between Japanese top-level players and recreational players, we need to study the players biomechanically.

Low-back complaints have constituted 20.5% of all complaints reported by Japanese top-level players. This can be compared to only 10% or so in other countries[20]. We have to study the cause of this higher rate in the future.

About 60% of recreational tennis players have experienced some kind of tennis-related disorder. This percentage was the same as for Japanese top-level tennis players in 1992. However, this represents an increase in frequency in recreational tennis players between 2001 to 2003, and this needs further research.

Summary

We have studied recent tennis injuries using questionnaire data obtained in 2003 from recreational players, as well as care records kept by our athletic trainers during the All Japan Tennis Championships in 2001, 2002 and 2003. The results from this study can be summarized as follows ; 1) In Japan, many recreational ten-

nis players suffer from injuries and disorders in the upper extremity. 2) Japanese top-level tennis players suffer from injuries and disorders in the low back most frequently, and the number of problems in the lower extremity has increased from 12 years ago. 3) We should continue our studies to help prevent injuries and disorders for Japanese top-level tennis players and recreational tennis players.

Reference

1) Per AFH Renstrom : Tennis. Blackwell Scientific Publication, London : 6, 2002.
2) Verspeelt P : A review of tennis related injuries in flemish high-level tennis players. In : Tennis. Sports Medicine and Science Rau, Dusseldorf, 47-51, 1995.
3) Tsutui H : The essential points in clinical diagnosis and treatment of the throwing shoulder. Bessatu seikeigeka, 36 ; 43-50, 1999. (*in Japanese*)
4) Fukuoka S : Tennis injuries and disorders. Rinsho Sports Journal of Medicine, 14(8) : 861-868, 1987. (*in Japanese*)
5) The Japan Sports Safety Association : The research of sports-related injuries in 1992. The Japan Sports Safety Association, Tokyo, 1995.
6) The Japan Sports Safety Association. The research of sports-related injuries in 1999. The Japan Sports Safety Association, Tokyo, 2005.
7) Nirschl RP et al : 72 conservative treatment of tennis elbow. Phys Sportsmed, 9 : 42, 1981.
8) Nirschl RP et al : Tennis Elbow Tendinosis (Epicondlyitis). AAOS Instr Course Lect, 53 : 587-598, 2004.
9) Assendelft W et al : Tennis elbow. Clin Evid Jun, 11 : 1633-1644, 2004.
10) Nirshl RP et al. Arm care : a complete guide to prevention and treatment of tennis elbow, 2nd ed. Medical Sports Publishing. Arlington : 1996.
11) Cleland JA et al : Effectiveness of manual physical therapy to the cervical spine in the management of lateral epicondylalgia : a retrospective analysis. J Orthop Sports Phys Ther, 34(11) : 713-22, 2004.
12) Vicenzino B et al : The initial effects of a cervical spine manipulative physiotherapy treatment on the pain and dysfunction of lateral epicondylalgia. Pain, 68 : 69-74, 1996.
13) Vicenzino B et al : Effects of a novel manipulative physiotherapy technique on tennis elbow : a single case study. Manual Ther, 1 : 30-35, 1995.
14) Okudaira S : unpublished data.
15) Marks MR et al : Low Back Pain in the Competitive Tennis Player Clin Sports Med, 7(2) : 277-287, 1988.
16) Pluim B et al : From breakpoint to advantage. Racket Tech Publishing, California : 181, 2004.
17) Sward L et al : Isometric muscle strength and quantitative electromyographic of back muscles in wrestlers and tennis players. Am J Sports Med, 18(4) : 382-386, 1990.
18) McNeil T et al : Trunk strength in attempted flexion, extension and lateral bending in healthy subjects and patients with low-back disorders. Spine, 5 : 529-538, 1980.
19) Thorstensson A et al : Trunk muscle strength and low back pain. Scand J Rehab Med, 14 : 69-75, 1982.
20) Per AFH Renstrom : Tennis. Blackwell Scientific Publication, London : 147-154, 2002.

Study of Snowboarding Injury at Our Department

当科におけるスノーボード外傷の検討

Harutoshi Tsujimoto 辻本 晴俊[1)]
Masakatsu Saitou 斎藤 政克[2)]
Masamichi Oh 王 正道[2)]
Hiraku Kikuchi 菊池 啓[2)]
Wataru Shimada 嶋田 亘[2)]
Hironobu Ueda 上田 広伸[2)]

●Key words
Snowboard injury：Jumping：Trauma
スノーボード外傷，ジャンプ，外傷

●Abstract

The number of patients admitted to our hospital with snowboarding injury has increased over the past three years from 3 patients in 2001, to 5 patients in 2002, and to 8 patients in 2003. Between December 2000 and February 2003, 35 patients with snowboarding injury visited our outpatient clinic. Of these, 16 patients (13 men and 3 women) ranging in age from 14 to 33 years (mean 22.5 years) required hospitalization and are reviewed here. The cause of injury was a bad landing in 12 patients, a fall in 3 patients, and a collision with another person in 1 patient.

●要旨

2000年12月から2003年2月まで当科外来においてスノーボード外傷にて受診した35例のうち入院加療を要した16例を対象とした．この3シーズンで入院加療を要したのは，2001年度3例，2002年度5例，本年度8例と徐々に増加傾向にあった．性別では男性が13例，女性が3例，受傷時年齢は14歳～33歳(平均22.5歳)であった．受傷機転は，ジャンプにて着地を失敗して受傷したものが12例，斜面での転倒が3例，他人との衝突が1例であった．

Introduction

The popularity of snowboarding has increased markedly among young adults in recent years. As more people take up this sport, the number of injuries has also risen. Hence, the most common cause of injury in recent years has been landing after a jump. In the present study, we have reviewed the snowboarding injury treated at our department.

Materials and Methods

Between December 2000 and February 2003, 35 patients with a snowboarding injury visited our outpatient clinic. Of these, 16 patients required hospitaliza-

辻本晴俊
〒590-0132 堺市原山台2-7-1
近畿大学医学部堺病院リハビリテーション科
TEL 072-299-1120/FAX 072-298-6691

1) Department of Rehabilitation, Sakai Hospital, Kinki University School of Medicine
2) Department of Orthopaedic Surgery, Sakai Hospital, Kinki University School of Medicine

Table 1 Snowboarding injuries

Experience (years)	0～1	4
	1～3	7
	3～5	2
	5～	3
Stance	Regular	13
	Goofy	3

Table 2 Site of injury

Site	Number
Spine	5(1)
Shoulder or shoulder joint	4(1)
Elbow joint	3
Hand or wrist	4
Thigh	1
Foot	1
Total	18(2)
	(overlap)

Table 3 Mode of injury

Mode	Number
Fracture	8(1)
Compressed fracture in a vertebra	5(1)
Dislocation or dislocation fracture	5(1)
Muscle rupture	1
Total	19(3)
	(overlap)

Table 4 Invasive treatments

Shoulder or shoulder joint	4
Elbow joint	1
Hand or wrist	4
Foot	1
Total	10

tion and are reviewed here. These 16 patients (13 men and 3 women) ranged in age from 14 to 33 years (average 22.5 years) at the time of injury. The riding stance, and the cause, site and mode of injury (used X-ray) and treatment were analyzed in all cases for each season.

Results

The number of hospitalized patients has increased over the last three years from 3 patients in 2001, to 5 patients in 2002 and to 8 patients in 2003. The breakdown in the number of years of experience was as follows : less than one year in 4 patients, between one and three years in 7 patients, between three and five years in 2 patients, and more than five years in 3 patients. Therefore, most of the patients were beginners or inexperienced snowboarders. The stance for 13 patients was regular, while that for 3 patients was goofy (Table 1). The cause of injury was a bad landing in 12 patients, a fall in 3 patients, and a collision with another person in 1 patient. The site of injury was the spine in 5 patients, the shoulder or shoulder joint in 4 patients, the elbow joint in 3 patients, the hand or wrist in 4 patients, the thigh in 1 patient, and the foot in the other 1 patient (Table 2). Injury to the upper arm or spine was the most common site of injury. The modes of injury were a fracture in 8 patients, a compressed fracture in the vertebra in 5 patients, a dislocation or dislocation fracture in 5 patients, and a muscle rupture in the other 1 patient (Table 3). Invasive therapy was performed for 10 patients with the following types of injury ; shoulder or shoulder joint injury in 4 patients ; elbow joint injury in 1 patient ; hand or wrist injury in 4 patients ; and foot injury in 1 patient (Table 4). At our department, most injuries have occurred when landing after a jump.

Case 1 : A 27-year-old man using a regular stance with seven years of Snowboarding experience suffered a compression fracture of 12th thoracic vertebra after landing on his hip following a one make jump. The compression fracture of 12th thoracic vertebra was treated conservative for the frame corset. At present, he can play snowboard without pain in this season (Fig. 1).

Case 2 : A 24-year-old man using a regular stance

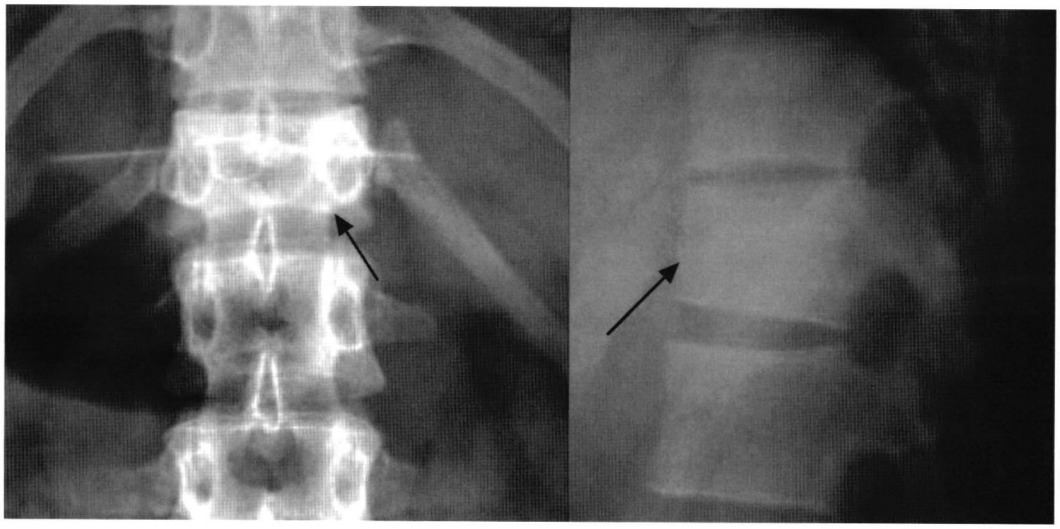


Fig. 1 Plain X-ray of a compression fracture in the 12th thoracic vertebra (arrow) in Case 1

with three years of snowboarding experience suffered a right acromioclavicular joint dislocation after landing on his right shoulder following a jump. The acromioclavicular joint dislocation was treated using percutaneous pinning, and a coracoid process fracture was treated by invasive osteosynthesis. K-wires were removed at four weeks after the surgery. An X-ray taken at three months after the surgery showed favorable bone union. At present, he can play baseball without pain, and without any limitation in range of motion (Fig. 2).

Case 3 : A 21-year-old man using a regular stance with less than one year of experience fell while snowboarding down a gentle slope. He suffered a left 5th metatarsal bone fracture typical in snowboarding according to Fujimaki et al[1]. Percutaneous pinning was performed using K-wires. The pins were removed at four weeks after surgery, and then a foot orthosis was used to allow partial weight loading. An X-ray taken at three months after the surgery showed favorable bone union, and at present, he can play sports without any pain (Fig. 3).

Discussion

It has been reported that the incidence of snowboarding injuries is two to three times greater than that observed for snow skiing[2]. Also, Shiotani et al[3] found that the incidence of an upper arm injury was high for snowboarding. As reported by other researchers[2~5], the number of snowboarding injuries has increased each year at our department, and the incidence of injury to the upper arm has been particularly high.

But there was not many winter-sports injury at our department, because it was that our hospital was second hospital.

Although a fall accounted for the greatest number of injuries in the past, Taniguchi et al[6] found that the most recent cases of snowboarding injury were the result of making a bad landing after a one-make jump or half-pipe trick. Hagiwara et al[7] positioned a video recorder near a one-make jump platform to record landings and analyze the falling patterns and found that the hand was used in 74.5% of the landings, a higher percentage than that for downhill snowboarding at 53.4% (Mori et al[8]), suggesting that falling after a jump is different from that during downhill snowboarding. In our cases, snowboarding injury showed that three quarters of all injuries were caused by a bad landing after a jump. Our results were same as their results. Also, they reported that the hand on the uphill-side touched the slope first in 66.7% of the falls, while falling backward it occurred

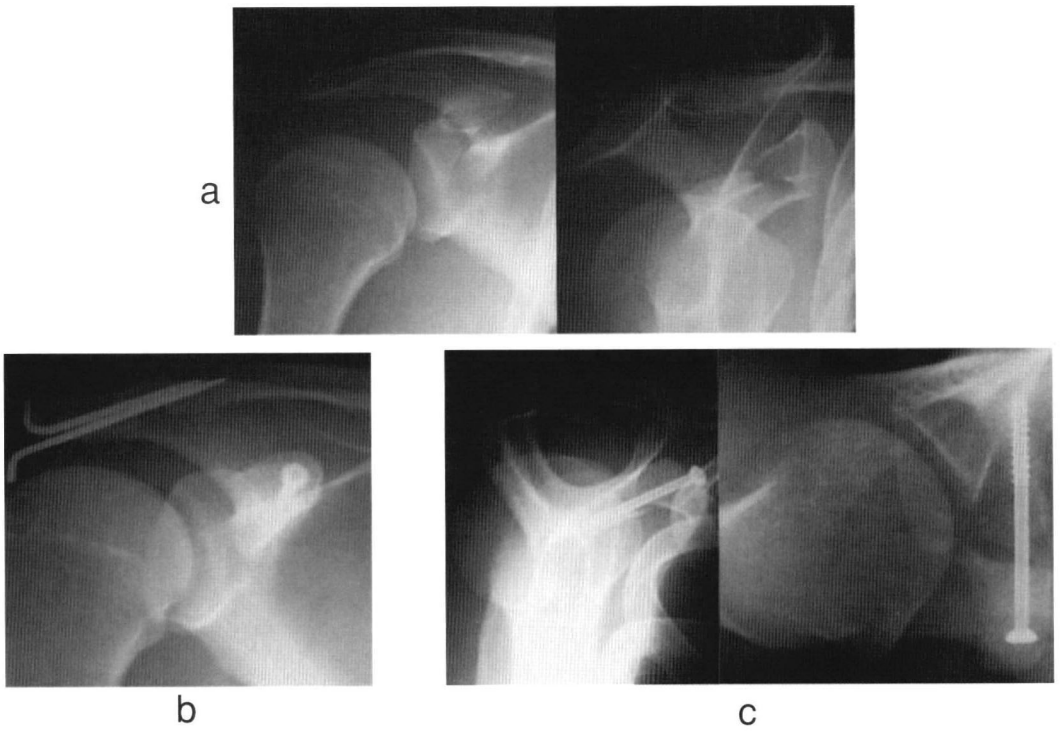


Fig. 2 Plain X-ray of a dislocation in the right acromioclavicular joint and a fracture in the coracoid-process in Case 2
a：Preoperation, b：postoperation, c：at 3 months after the operation.

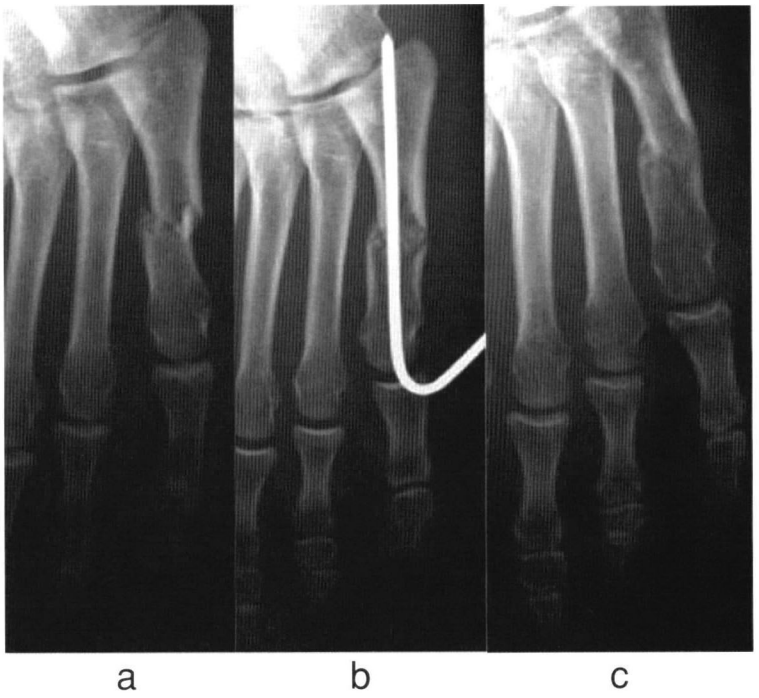


Fig. 3 Plain X-ray of a left 5th metatarsal bone fracture in Case 3.
a：Preoperation, b：postoperation, c：at 3 months after the operation.

in 69.5% of the falls. Furthermore, they the classified falling patterns into the following four groups : (1) falling sideways forwards to the downhill side, (2) falling sideways backwards to the downhill side, (3) falling backwards to the downhill side, and (4) backwards bending in the trunk. Falling backwards to the downhill side can result in a severe injury to the lumbar or head regions, while backwards bending in the trunk can result in a severe injury to the wrist, shoulder, head or chest regions. In our cases, there have been many falling backwards to the downhill side and backwards bending in the trunk in the classified falling patterns.

Therefore, in order to prevent snowboarding injury, it is important to forward position the upper arms during landing to avoid overextending the hands and elbows and to absorb the shock with the entire trunk. It is important to learn these skills in snowboarding schools and to wear hand and elbow protectors. Lastly, it is important for individual snowboarders to recognize their own abilities and avoid doing jumps and tricks beyond their capabilities.

Conclusion

Snowboarding injuries treated at our department between 2000 and 2003 were reviewed, and the results showed that three-quarters of all injuries were caused by a bad landing after a jump. Although an upper arm injury accounted for most of the snowboarding injuries, the number of cases with a spinal fracture is increasing each year. The spinal fracture was about 30% in our cases. Teaching snowboarders how to snowboard not only on slopes, but also in half pipes and on jumping platforms, may be effective in preventing snowboarding injuries.

References

1) Fujimaki N et al : Snowboard injury and fracture of the fifth metatarsal bone. East Jpn Orthop Traumat, 11 : 141-146, 1999. (in Japanese)
2) Tohyama H et al : Epidemiologic characteristics of snowboarding and alpine skiing injuries : A prospective comparative study. JMS, 12 : 1087-1090, 1999. (in Japanese)
3) Shiotani E et al : Snowboard injuries and prevention. JMS, 12 : 1107-1122, 1999. (in Japanese)
4) Yakura Y et al : Snowboard injuries in Furano skiing ground. Jpn J Cli Sports Med, 8 : 50-53, 2000. (in Japanese)
5) Kitahara H et al : Analysis of snowboard injuries by cause of trauma. Jpn J Cli Sports Med, 7 : 226-229, 1999. (in Japanese)
6) Taniguchi D et al : Study of snowboarding injury. Jpn J Cli Sports Med, 10 : 539-543, 2002. (in Japanese)
7) Hagiwara A et al : Falling pattern in one-make jump landing of snowboarding. The journal of clinical sports medicine, 19 : 439-442, 2002. (in Japanese)
8) Mori Y et al : Snowboard injuries of upper extremity. The journal of clinical sports medicine, 13 : 1408-1412, 1996. (in Japanese)

Extracorporeal Shock-wave Therapy (ESWT) for Scaphoid Non-union in Athletes

スポーツ選手の舟状骨偽関節に対する体外衝撃波の治療経験

Yasushi Onuma 大沼 寧 Osamu Iwata 岩田 修
Masanori Taki 滝 正徳 Masaki Shiono 塩野 正喜

●Key words
Scaphoid : Non-union : Extracorporeal shock-wave
舟状骨，偽関節，体外衝撃波

●Abstract
The purpose of this study was to evaluate the effect of extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) for scaphoid non-union. Since 1999, seven cases of scaphoid non-union, involving six athletes, have been treated with ESWT. All of them were male, with an average age of 22.6 years. The time interval from the initial trauma to the treatment ranged from 5 months to 8 years. In all cases, a single session of ESWT was administered. After the session, the fracture site was fixed with a cast for 5 weeks. The clinical follow-up period averaged 9 months. Radiographic union was achieved in six of the seven cases. The duration until the observed development of bony union was 8 to 12 weeks. The total time from the ESWT until return to sports was 2 to 6 months. ESWT is a new non-invasive and effective alternative method to treat a scaphoid non-union.

●要旨
スポーツ選手の舟状骨偽関節に対し，体外衝撃波を用いて治療を行い，比較的良好な結果を得たので報告する．1999年以降に舟状骨偽関節と診断され，体外衝撃波を施行したスポーツ選手の6例7手を対象とした．症例は全例男性であり，平均年齢は22.6歳であった．受傷から体外衝撃波施行までの期間は5ヵ月から8年であった．施行後5週間の外固定を行った．経過観察期間は平均9ヵ月で，7手中6手で骨癒合を認めた．骨癒合までの期間は8週から12週，スポーツ復帰までは，2ヵ月から6ヵ月であった．合併症は認められなかった．体外衝撃波は低侵襲であり，舟状骨偽関節に対し手術的治療を行う前の選択肢になりうると考えられた．

大沼 寧
〒247-8533 鎌倉市山崎1202-1
湘南鎌倉総合病院整形外科
TEL 0467-46-1717

Shonan Kamakura General Hospital, Department of Orthopedic Surgery

Introduction

A scaphoid fracture in a young athlete is difficult to repair and frequently results in non-union. Several researchers have reported their experiences in treating scaphoid non-union, involving various techniques. McLaughlin[1] was the first to recommend open reduction with screw fixation of the fractured scaphoid. Herbert et al[2] proposed the Herbert screw fixation in 1984. However, the treatment strategies for scaphoid non-unions are surrounded by several controversial issues[3, 4]. With a success rate between 60% and 95%, surgery utilizing an internal fixation device combined with bone grafting is still the treatment of first choice for a scaphoid non-union. However, the surgical treatment can sometimes lead to complications, including unsightly scars, infections, temporary sensory loss, and mild pain at the donor site for the bone graft. Consequently there is interest in developing an effective non-surgical technique for treating non-union. Recently extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) has been suggested as an effective non-invasive technique for stimulating bone healing.

Since 1997, we have performed ESWT for non-unions, and here report the efficacy and short-term follow-up from this treatment.

The purpose of this study was to evaluate the effects of ESWT for a scaphoid non-union in athletes.

Materials and Methods

Since 1999, 12 patients with a scaphoid non-union have been treated with ESWT by us. Among these 12, there were 6 athletes, presenting a total of 7 scaphoid non-union (one athlete presented bilateral non-union) of scaphoid non-union. All these 6 patients were male, with an average age of 22.6 years (ranging from 16 to 28 years). They participated in the following sports : American football (2), soccer (2), snow boarding (1), and volleyball (1). The time interval between the initial injury and the treatment averaged 2.2 years (ranging from 5 months to 8 years).

ESWT was performed under plexus anesthesia in an operating room. The patient was placed supine on the operating table. The fracture site was identified by a C-arm image intensifier and ESWT administered according to the technical instructions of the OssaTron (High Medical Technologies, Switzerland). After the fracture position and depth had been determined, surgical lubrication gel was applied topically over the skin region which was then put in direct contact with the tube of the OssaTron. The shock wave intensity was 0.25 J/mm^2 (at 20 kv), and the number of shocks was 1,500. After this treatment, the fracture site was fixed with a cast for 5 weeks (A long arm thumb spica cast for the first 2 weeks, and then a short arm thumb spica cast for the next 3 weeks).

Follow-up was performed in the out-patient clinic. We analyzed the bony consolidation in sequential radiographs with posteroanterior, lateral, 30° oblique, and stress posteroanterior views and conventional tomography, with maximal ulnar deviation. A return to sports was permitted only when the patient was able to participate without restrictions caused by pain or without the use of a supportive device after achieving radiographic union.

Results

The average follow-up period was 9 months (ranging from 6 months to 2.5 years). Radiographic union developed in 6 of the 7 cases. The average duration until observed development of bony union was 10.3 weeks (ranging from 8 to 16 weeks). The time until complete return to sports averaged 4.5 months (ranging from 2 to 6 months). No complication was observed in any of the 7 cases. Bony union was not achieved in 1 of the 7 cases-involving the patient with bilateral non-union (Table 1).

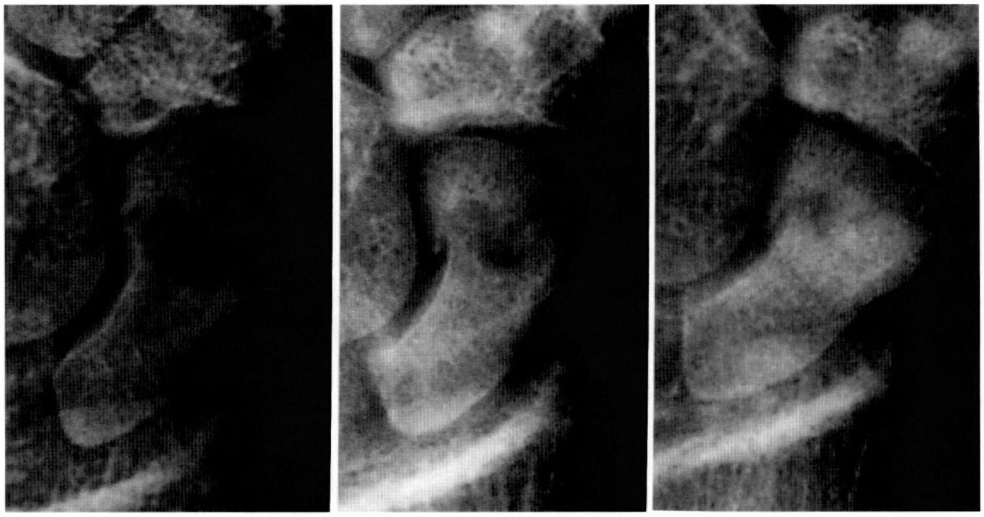
Case Reports

Case 1 (Fig. 1) : This case is of a 25-year-old male

Table 1 Evaluation of patients with scaphoid non-union after ESWT

Case	Sport	Age (years)	Sex	R/L	Delay in time from the initial trauma to ESWT	Follow-up (months)	Period until bony union (weeks)	Return to sports (months)
1	Snow boarding	25	M	L	5 Mo	5	8	2
2	American football	19	M	L	2 Y	6	8	4
3	Volleyball	28	M	R	8 Y	4	10	5
4	American football	28	M	R	9 Mo	6	12	6
5	Soccer	20	M	L	3 Y	9	8	5
6	Soccer	16	M	R	6 Mo	29	16	5
7				L	8 Mo		Not achieved	

M : male, R : right, L : left, Y : years, Mo : months



(a) (b) (c)

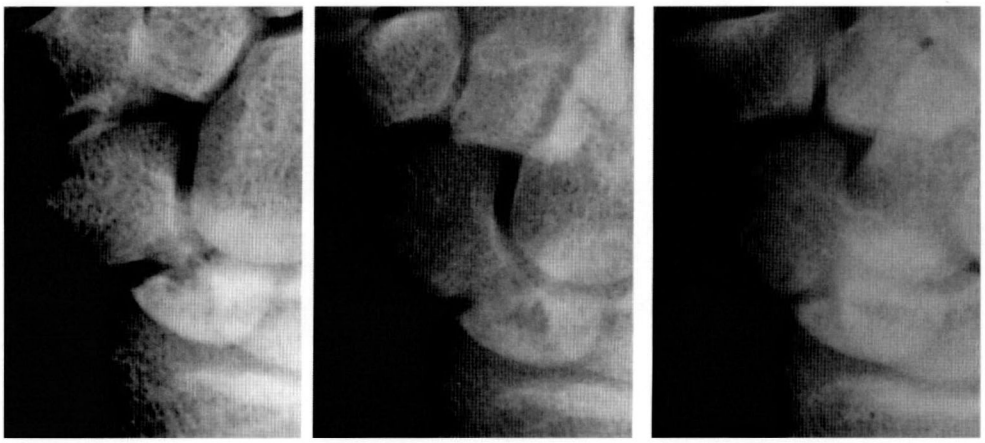
Fig. 1 Case 1 (25-year-old male, snow boarder)
(a) Non-union in the left scaphoid before ESWT, (b) at 8 weeks after ESWT, callus formation was seen, and (c) at 12 weeks after ESWT, fusion was achieved.

snow boarder : He visited our clinic at 5 months after the injury. He complained of tenderness in the anatomic snuffbox, and pain on dorsiflexion. The left scaphoid showed non-union. We discussed various treatment options, and ESWT was agreed.

Callus formation was observed at 8 weeks after the treatment, after which he gradually returned to snow boarding. Solid fusion was achieved at 12 weeks. After the ESWT, he has experienced no pain and no tenderness.

Case 2 (Fig. 2) : This case is of a 19-year-old male American football player : Immobilization was performed for 2 months after he was injured. However, bony union was not achieved. The delay in time from the initial injury to the ESWT treatment was 2.1 years. At 8 weeks after the ESWT, bony union was observed on radiography, and at 4 months later, he was able to return to American football.

Case 6, 7 (Fig. 3) : This bilateral case is of a 16-year-old male soccer player : He played in the posi-



(a) (b) (c)

Fig. 2 Case 2 (19-year-old male, American-football player)
(a) Non-union in the right scaphoid before ESWT, (b) at 5 weeks after ESWT, callus formation was seen, and (c) at 4 months after ESWT, fusion was achieved.

tion of goal keeper.

After ESWT, bony union developed at 10 weeks on the left side. On the right side, callus formation was observed at 8 weeks after the ESWT ; however, bony union was not achieved. He continued to experience pain around the right scaphoid at 20 weeks after the treatment.

Discussion

Lithotripsy has evolved into a standard procedure in urology. Ureter stones require higher frequencies and energies. Bones have an acoustic impedance of 4100 m/s, which is very similar to that of urinary stones, whose impedance varies between 4,000 and 6,000 m/s. For this reason, several investigators have studied the effects of ESWT on bones. ESWT, theoretically, can produce microfractures in bones, which, in turn, can stimulate neovascularization, osteoblast formation, and bone healing. A few experimental studies[5~7] have produced evidence regarding the stimulation of osteogenesis after ESWT treatment, but no quantitative analysis has yet been published. Several studies have been reported on the positive and negative effects of ESWT in the healing of bony non-union.

Early clinical studies[8, 9] from 1991 and 1992 have demonstrated the positive effectiveness of ESWT in the treatment of bony non-union and fracture healing. Reports have described the phenomena of local decortication and fragmentation that have led to a stimulation in osteogenesis. More recent clinical studies[10~14] have reported a success rate from ESWT in the range from 72 to 80%, and no complications have been observed.

The therapy is used for various types of non-union, although the rate of bony union from ESWT is reported to be low in cases with a large gap in the area of non-union and cases of atrophic non-union. Aspects regarding its application will probably be clarified further in the future. There is no definite consensus regarding this therapy's effects on scaphoid non-union as well. Causes of bony union may, in addition to elements of non-union itself, involve other factors such as the site of shock-waves and later fixation. It was smaller for the scaphoid in comparison to the position for the femur and tibia, and a large difference in the effects of the position of radiation was anticipated. In addition, the fracture site was fixed similarly with a cast for 5 weeks, although this period may be insufficient depending on the case. Callus formation was observed at 8 weeks after ESWT on 7 cases ; new bone formation was induced by shock-waves, although adequate

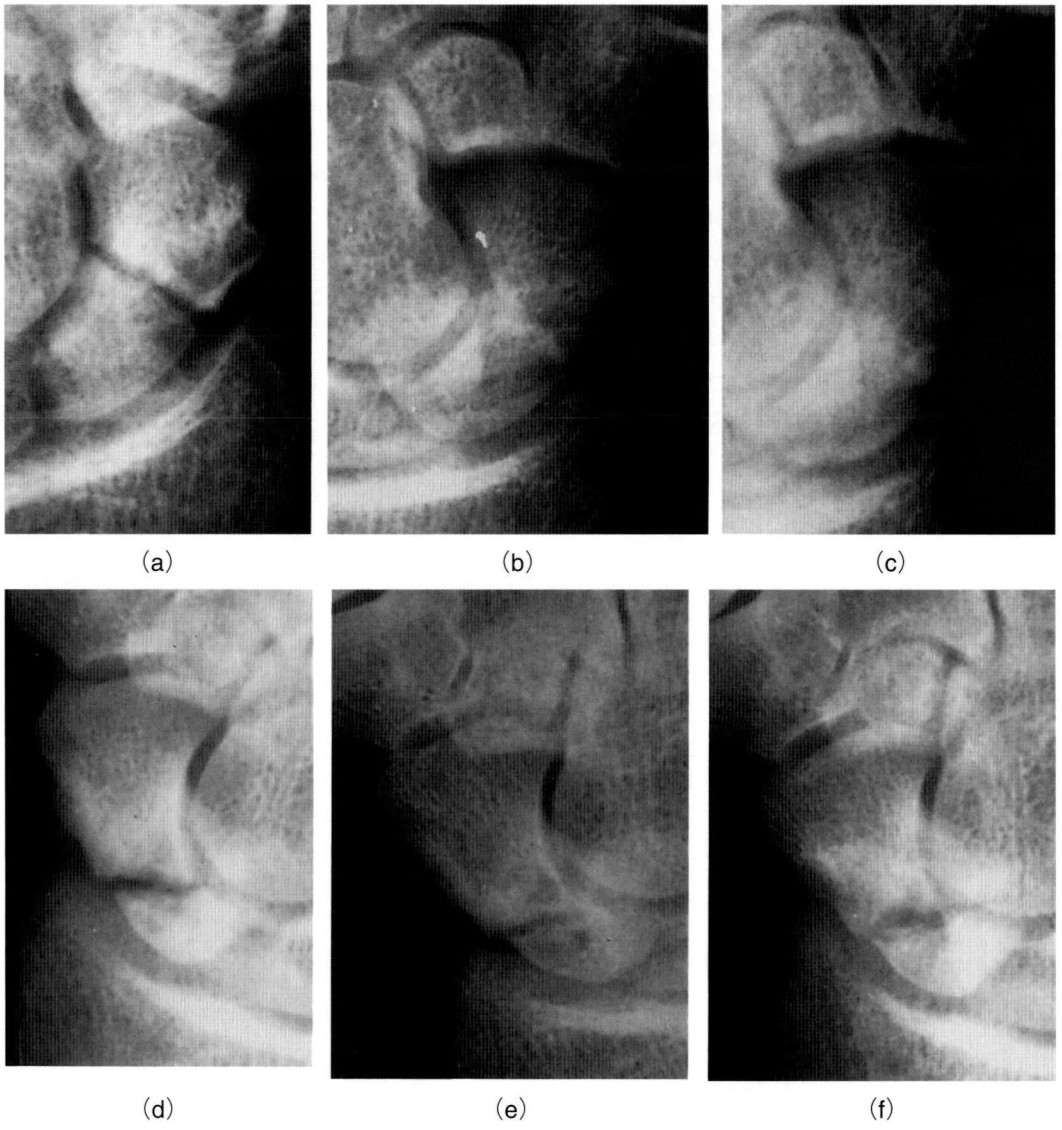


Fig. 3 Case 6, 7 (16-year-old male, soccer player, bilateral scaphoid non-union)
(a) Non-union in the left scaphoid before ESWT, (b) at 5 weeks after ESWT, callus formation was seen, and (c) at 10 weeks after ESWT, fusion was achieved. (d) Non-union in the right scaphoid, (e) at 8 weeks after ESWT, callus formation was seen, but (f) at 20 weeks after ESWT, bone union was still not achieved.

strength of union could not be achieved during fixation with a cast and was surmised not to lead to bony union ; the apparent cause is still unknown.

Bony union rate is not the only valid criterion for assessing the efficacy of the treatment for scaphoid non-union. Restoration in carpal anatomy, as well as its functioning after the treatment should also be taken into consideration[15~17]. Although radiological union does not alone assure a favorable outcome, it is a prerequisite for improved functioning. ESWT cannot correct humpback deformity in the scaphoid. In addition, comparison to cases in which internal fixation was performed with a bone graft indicates that callus formation is gradual and ESWT requires a long period of continuous immobilization in a thumb spica cast, so this is not a therapy that promotes an early return to sports.

However, there are no complications apart from the negligible local reactions. In case ESWT is unsuccessful, there are no alterations that preclude subsequent surgery. The actual mechanism of ESWT is not yet well understood and has not been extensively researched. We require additional basic studies to understand the mechanism of ESWT, and further studies to determine the optimal energy density levels and impulse rates for various conditions, in accordance with evidence-based medicine. Long-term results also need to be accumulated before ESWT can be compared with established methods.

Conclusion

As an alternative to surgery, ESWT is a safe noninvasive and effective treatment for a scaphoid non-union.

References

1) McLaughlin HL et al : Fracture of the carpal navicular bone. J Bone Joint Surg, 36-A : 765-774, 1954.
2) Herbert TJ et al : Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. J Bone Joint Surg, 66-B : 114-123, 1984.
3) Gregory A et al : Treatment of scaphoid non-union : Quantitative meta-analysis of the literature. J Hand Surg, 27-A : 685-691, 2002.
4) Christodoulou LS et al : Internal fixation of scaphoid non-union : a comparative study of three methods. Injury. Int. J Care Injured, 32 : 625-630, 2001.
5) Delius M et al : Biological effects of shock waves : In vivo effect of high energy pulses on rabbit bone. Ultrasound Med Biol, 21 : 1219-1225, 1995.
6) Haupt G et al : Influence of shock waves on fracture healing. Urology, 39 : 529-532. 1992.
7) Johannes EJ et al : High energy shock waves for the treatment of non-union : an experiment on dogs. J Surg Res, 57 : 246-252, 1994.
8) Valchanou VD et al : High energy shock waves in the treatment of delayed and non union of fractures. Int Orthop, 15 : 181-184, 1991.
9) Schleberger et al : Non-invasive treatment of long-bone pseudoarthrosis by shock waves. Arch Orthop Trauma Surg, 111 : 224-227, 1992.
10) Ikeda K et al : Application of extracorporeal shock wave on bone : Preliminary report. J Trauma, 47 : 946-950, 1999.
11) Birnbaum K et al : Use of extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) in the treatment of non-union. Arch Orthop Trauma Surg, 122 : 324-330, 2002.
12) Ching-Jen Wang et al : Treatment of nonunion of long bone fractures with schock waves. Clin Orthop, 387 : 95-101, 2001.
13) Rompe JD et al : High-energy extracorporeal shock wave treatment of non-union. Clin Orthop, 387 : 102-111, 2001.
14) Schaden W et al : Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union. Clin Orthop, 387 : 90-94, 2001.
15) Wada T et al : DISI deformity and postoperative symptoms of scaphoid non-union. Hand Surg, 4 : 117-124, 1999.
16) Filan et al : Herbert screw fixation of scaphoid fractures. J Bone Joint Surg, 78-B : 519-529, 1996.
17) Nakamura R et al : Scaphoid non-union : factors affecting the functional outcome of open reduction and Herbert screw fixation. J Hand Surg, 18-B : 219-224, 1993.

Effects of Running Training on Body Composition, Ovarian Cycle, and Bone Mineral Density : Experimental Comparison between Pre-and Post-Menarcheal Onset of Training

実験動物におけるランニングが体組成，性周期と骨密度に及ぼす影響
—初経前と初経後のトレーニング開始の比較—

Suguru Torii 鳥居 俊 Hiroshi Kamiyama 神山 裕司

●Key words
Prepubertal training : Ovarian cycle : Bone mineral density
初経前トレーニング，性周期，骨密度

●Abstract

The effects of strenuous training and the timing of its onset to body composition, ovarian cycle and bone mineral density were investigated in female rats. Training animals were divided to two groups : Pre-R started training (treadmill running) before vaginal opening (VO) and Post-R started training after VO. Weight-matched animals were used as control. Animals were first examined for VO, and if VO was observed, then a vaginal smear was collected. In all rats, the body weight was recorded every morning before training. The training regimen (25 m/min, 60 min, 6 days/week) was maintained for three weeks. At the end of the three weeks, the animals were sacrificed, the body composition and bone mineral density were measured using DXA.

Training lowered the body fat mass and elongated the ovarian cycle. Two Pre-R animals did not attain VO. BMD was similar between the training animals and the control animals, and was negatively correlated to the length of ovarian cycle in the training animals. These results were consistent with other reports of findings in human female athletes.

●要旨

激しいトレーニングやその開始時期が体組成や性周期，骨密度に及ぼす影響を膣開口前と後の雌ラットにトレッドミルでのランニング負荷(25 m/分，60 分，6 日/週，3 週間)を加えることで検討した．毎朝トレーニング前に膣口確認とスメア採取，体重測定を行った．実験終了後

鳥居 俊
〒 359-1192 所沢市三ヶ島 2-579-15
早稲田大学スポーツ科学学術院
TEL/FAX 04-2947-6746
E-mail shunto@waseda.jp

Faculty of Sport Sciences, Waseda University

には屠殺しDXA装置で体組成と腰椎骨密度を計測した.

トレーニングにより体脂肪が減少し，性周期が延長した．膣開口前に開始した2匹では実験最終日まで開口が起こらなかった．骨密度にはトレーニングの有無による差がなかったが，トレーニング群で性周期の長さと負の相関を示した．これらの結果は女性スポーツ選手にみられる所見と概ね一致していた．

Introduction

It has been previously reported that strenuous training induced menstrual dysfunction, and decreased body fat and bone mineral density, in female athletes such as long-distance runners[1, 2]. The term, female athletes' triad (FAT), has been used to explain the association of amenorrhea, low bone mineral density and eating disorder in female athletes in strenuous training[3, 4]. Furthermore, an early start of strenuous training has been found to increase the incidence of such problems[5, 6]. Although this phenomenon has been known for many years, few studies using experimental animals have been reported to investigate the mechanism of FAT[7]. Because experimental animals do not participate in exercise by themselves, it is difficult to conduct a meaningful study to measure the exact effect of exercise on reproductive function or on bone metabolism in experimental animals.

In this study, we investigated the effect of running on the ovarian cycle and on bone density in two age groups of animals in order to determine the influence if any of the age at which strenuous training is started.

Materials and Methods

Female Wister rats were purchased from Takasugi Incorp. (Tokyo). The premenarcheal model (Pre) were rats at 26 days old without vaginal opening (VO). One half of them started exercise immediately (Pre-R), and the other half was the control group (Pre-C).

The postmenarcheal models (Post) were rats at 30 days old, and these were each followed until all of them showed VO. At two days after VO, one half of them started exercise (Post-R), and the other half was the control group (Post-C).

Animals were fed a standard diet (Oriental-Koubo Incorp., Tokyo), provided water *ad libitum* and maintained in a 14 : 10 light : dark cycle at 23-25° room temperature and 50% of humidity.

1. Exercise regimen

Running exercise was performed on a small treadmill (KN-73, Natume Co, Tokyo). Animals in the exercise groups underwent a gentle one-week accommodating regime (Table 1) and then given a 60-minute session/day (25 m/min, 0% incline, 6 days per week) every morning for three weeks.

2. Measurement of body weight and examination of ovarian cycle

Each animal was weighed every morning at AM 6 : 00, before any exercise session. Also at that time, each animal was examined for status of VO, and if VO was confirmed, then a vaginal smear was taken.

Microscopic examination of the vaginal smear was conducted after methylene blue staining. The ovarian cycle was divided into five stages as Proestrus, Estrus, Metestrus-1, Metestrus-2 and Diestrus.

Table 1 One-week accommodating regime

	velocity	duration
first day	10 m/min	10 min
second day	15 m/min	10 min
third day	20 m/min	10 min
fourth day	25 m/min	10 min
fifth day	25 m/min	15 min
sixth day	25 m/min	20 min
seventh day	25 m/min	25 min

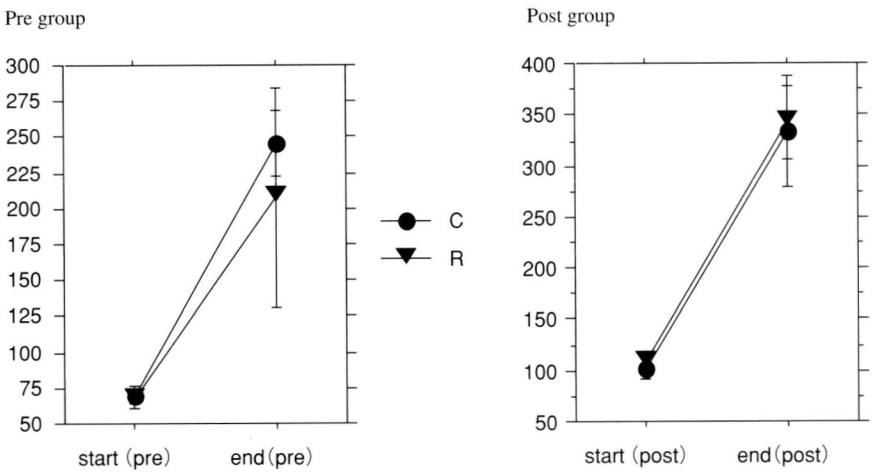


Fig. 1 Body weight and its change
No significant difference between C (control) and R (running).

3. Measurement of body fat, bone mineral content and density

At the end of the training period, all animals were sacrificed by deep anesthesia (diethyl ether). Body fat, bone mineral content (BMC) and density (BMD) were determined using DXA (Delphi ; Hologic Inc., USA). In small animal mode, body composition (total mass, lean mass, BMC and fat mass) and BMD were calculated. The lumbar spine was identified on scanned views and region of interest was set from the upper margin of the first lumbar spine to the lower margin of the fifth lumbar spine.

Results

Six animals in Pre-R and seven in Post-R completed the exercise regimen. Two animals in Pre-R and one in Post-R dropped out because of leg injuries. Nine and eight animals were matched for body weight at the start of the experiment and served as control (Pre-C and Post-C, respectively).

1. Body weight change (Fig. 1)

Running animals gained less body weight than control animals in the Pre group. There was no difference in body weight in the Post group.

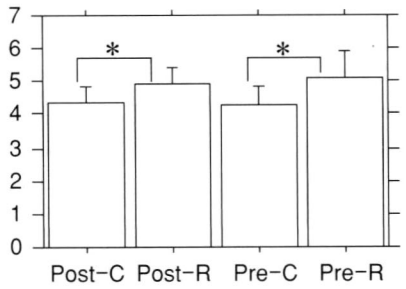


Fig. 2 Comparison of length of ovarian cycle between groups
The length of the ovarian cycle is greater in R.
(Post-C＜Post R, Pre-C＜Pre-R ＊：$p<0.05$)

2. Length of ovarian cycle (Fig. 2)

Running animals showed a significantly longer cycle compared to control animals in the Pre group and the Post group. Especially, two animals (33%) in the Pre-R group did not attain VO until the last day of the experiment.

3. Analysis of body composition and bone mineral density

Although there was no difference in total body mass and lean mass between the Pre group and the Post group, the running animals gained less fat mass than the control animals (Fig. 3).

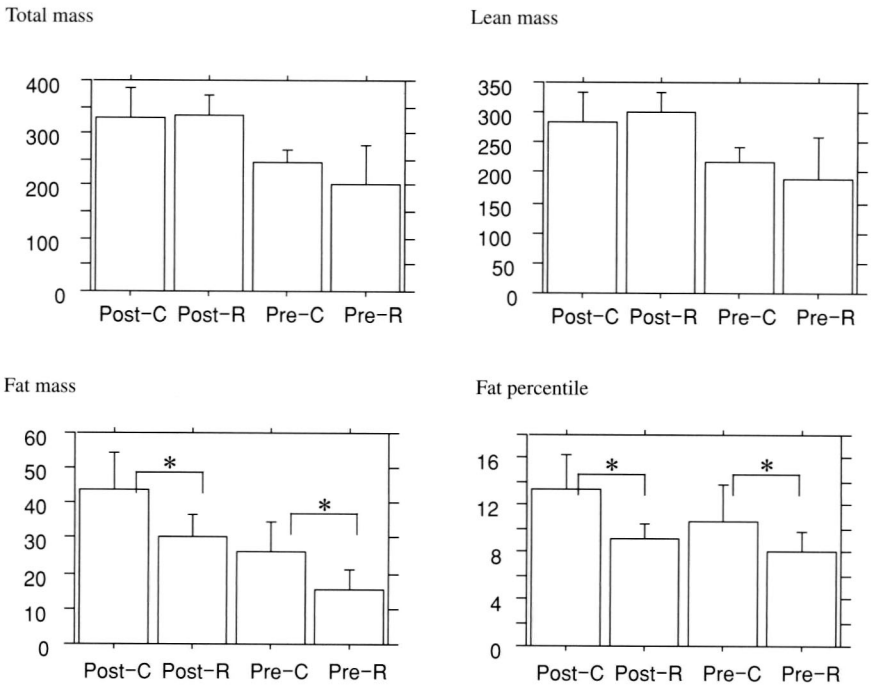


Fig. 3 Comparison of body composition between groups
＊：significant difference between two groups.

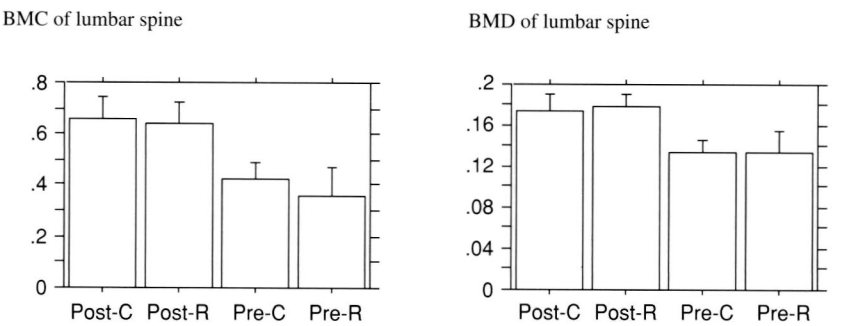


Fig. 4 Comparison of BMC and BMD between groups
No significant difference between C and R.

There was no difference in the BMC or BMD in the lumbar spine between the running animals and the control animals (Fig. 4).

4. Correlation between body fat on length of ovarian cycle and BMD

There was significant positive correlation between the body fat % and the BMD only in the control animals (Fig. 5). In addition, there was a significant negative correlation between the length of the ovarian cycle and the BMD only in the running animals (Fig. 6).

Discussion

The optimal age for starting endurance training has not yet been determined. For female athletes, strenuous training at too young an age may disturb menstrual cycle and delay the onset of menarche[1~4]. One mecha-

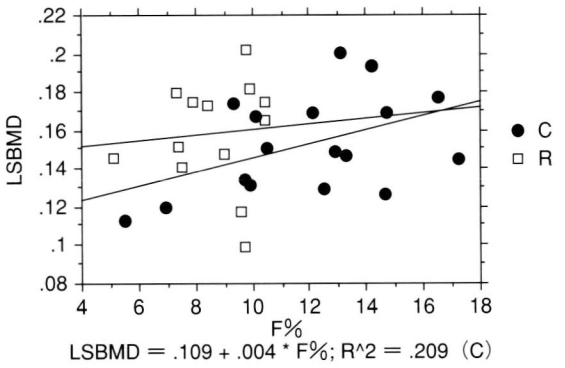


Fig. 5 Relationship between fat % and BMD
Significant positive correlation between fat % (F %) and BMD ($p<0.05$).

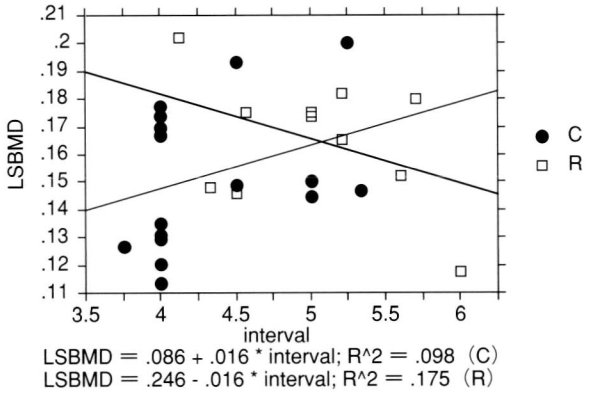


Fig. 6 Relationship between length of ovarian cycle (interval) and BMD
Significant negative correlation between length of ovarian cycle and BMD ($p<0.05$).

nism suggested for these disorders has been the response by hypothalamus to the physical and psychological stress of strenuous training[8~10] and to the concomitant decrease in body fat[11, 12]. The immature hypothalamus-pituitary-ovary axis may be susceptible to any response, and in turn menstrual disorder may be induced.

There have been many studies investigating the effects of strenuous training or mechanical stress on BMD in experimental animals[13, 14]. However, there has been no study yet which has investigated the relationship between training and BMD in prepubertal animals.

In this study, we have established an experimental animal model of exercise-induced menstrual dysfunction and bone decrease. In female athletes on a similar training schedule-at a similar volume and intensity-some have developed FAT and others have not. That is, the incidence of disorder was not uniform over all athletes over a range of age, type of athletic activity, and so on. Athletes who started endurance training at a younger age have been suggested to be probably at a higher risk to such disorder[5].

Our findings suggested that prepubertal start of training induced a lower body fat mass and menstrual dysfunction in experimental animals and that the latter was correlated to low BMD. These findings are similar to those reported in female athletes who participated in endurance training. Although a role of body fat in menstruation has been discussed, some studies have found a positive correlation and others have found none[15].

Female athletes with amenorrhea have shown a low BMD[16] and are reported to be predisposed to incurring stress fractures[17~19]. In order to prevent injury, safer guideline is required for training in young athletes. Certainly, measures should be taken to ensure fertility and protect skeletal health in female athletes if they were to engage in endurance training. One method to prevent FAT is to postpone the onset of training until after menarche and to increase only gradually the volume and intensity of the training. The threshold of physiologically endurable training ought to be determined.

Unfortunately, we could not analyze an adequately large number of training animals because of the musculoskeletal trauma caused by the treadmill. Several injured animals dropped out from the experiment. Safer instrument to train animals is required.

References

1) Carlberg KA et al : A survey of menstrual function in athletes. Eur J Appl Physiol, 51 : 211-222, 1983.
2) Mezaki N et al : Menstrual characteristics in col-

lege athletes. Acta Obst Gynaec Jpn, 36 : 247-254, 1984.
3) Skolnick AA : 'Female athletes triad' risk for women. JAMA, 270 : 921-923, 1993.
4) West RV : The female athletes-The triad of disordered eating, amenorrhoea and osteoporosis. Sports Med, 26 : 63-71, 1998.
5) Frisch RE et al : Delayed menarche and amenorrhea of college athletes in relation to age of onset of training. JAMA, 246 : 1559-1563, 1981.
6) Albrecht L et al : Growth and menarcheal status of elite female gymnasts. Med Sci Sports Exerc, 24 : 755-763, 1992.
7) Roberts T et al : Effect of endurance exercise on ovulation in the rat. Med Sci Sports Exerc, 27 : 1509-1515, 1995.
8) McArthur JW et al : Hypothalamic amenorrhea in runners of normal body composition. Endocr Res Commun, 7 : 13-17, 1980.
9) Mezaki N et al : Hypothalamic-pituitary function in female athletes. Jpn J Fertil Steril, 33 : 291-296, 1988.
10) Loucks AB : Effects of exercise training on the menstrual cycle : existence and mechanisms. Med Sci Sports Exerc, 22 : 275-280, 1990.
11) Carlberg KA et al : Body composition of oligo/amenorrheic athletes. Med Sci Sports Exerc, 15 : 215-217, 1983.
12) Sundgot-Borgen J et al : Preoccupation with weight and menstrual function in female elite athletes. Scand J Med Sci Sports, 3 : 156-163, 1993.
13) Puustjarvi K et al : Endurance training associated with slightly lowered serum estradiol levels decreases mineral density of canine skeleton. J Bone Miner Res, 7 : 619-624, 1992.
14) Umemura Y et al : Effects of jump training on bone hypertrophy in young and old rats. Int j Sports Med, 16 : 364-367, 1995.
15) Sanborn CF et al : Athletic amenorrhea : lack of association with body fat. Med Sci Sports Exerc, 19 : 207-212, 1987.
16) Drinkwater BL et al : Bone mineral content of amenorrheic and eumenorrheic athletes. N Eng J Med, 311 : 277-281, 1984.
17) Barrow GW et al : Menstrual irregularity and stress fractures in collegiate female long distance runners. Am J Sports Med, 16 : 209-216, 1988.
18) Torii S et al : Evaluation of bone density in female athletes by MD/MS method (modified microdensitometry). Jpn J Fitness Sports Med, 42 : 183-188, 1993.
19) Torii S : Health-related problems in female runners in relation to bone mineral density. J Clinc Sports Med, 12 : 1431-1434, 1995.

A Case Report of Persistent Tension-type Tibial Stress Fracture in a National Volleyball Player

治療が遷延したナショナルバレーボール選手の跳躍型脛骨疲労骨折の1例

Jun Hirano 平野 純 Mitsutoshi Hayashi 林 光俊
Chozo Uchikura 内倉 長造 Fumitaka Kudo 工藤 文孝

●Key words
Volleyball player：Stress fracture in the tibia：Ultrasound stimulation
バレーボール選手，脛骨疲労骨折，超音波治療

●Abstract

The case involves a volleyball player on the national team 14 months after he sustained a tension-type tibial stress fracture. To treat this case involving persistent symptoms, we focused on a light-weight-bearing rehabilitation program. The program called for walking in a swimming pool and swimming, which improves cardiopulmonary functions. The patient was also given training designed to increase endurance of the upper limb, abdominal and back muscles. During the rehabilitation, the patient practiced volleyball skills such as catching and passing. For lower limb training, the patient rode an exercise bike, did stretch exercises focusing on the hip joint, and muscular strength training of the ankle joint, through he was not permitted to run or jump.

We also have applied low-intensity ultrasound fracture treatment device (SAFHS) in a case with delayed bony union. At two months after the start of the treatment, there was relief from pain. At nine months, the player could return to playing at full force in top-level competitions. We concluded that the key to successful rehabilitation was avoiding strenuous exercise that could put a strain on the lower limbs, at least until the final stages of the rehabilitation program, because such exercise may delay recovery, as the injury was caused by jumping.

●要旨

発症後1年2ヵ月経過したナショナルバレーボール選手の跳躍型脛骨疲労骨折の1例を経験した．症状が遷延化した自験例では，治療は免荷でのリハビリテーションメニューを主として心肺機能の維持をかねてプール内歩行，水泳を行った．また，上肢，腹筋，背筋の持久力訓練や，バレーボール動作におけるキャッチボールやパスなどの練習を継続し，下肢はエアロバイク，マット上での股関節を中心とした柔軟運動と足関節の筋力強化訓練を行った．しかし，ランニングやジャンプ動作を禁止した．また，低出力超音波骨折治療器(以下，SAFHS)を併用

平野 純
〒405-0018 山梨市上神内川1309
加納岩総合病院整形外科
TEL 0553-22-2511/FAX 0553-23-1872

Department of Orthopaedic Surgery, Kanoiwa General Hospital

して行い，治療開始後約2ヵ月で疼痛症状は軽減し，約9ヵ月でトップレベルの競技活動に完全復帰できた．リハビリテーションのポイントは発症が主に跳躍動作によるため，下肢に負担の多い練習は最終メニューとして，プログラムを建てていくことが重要である．

Introduction

It is said that lower limb stress fractures prevent many more volleyball players from playing than do other volleyball injuries. We report here on our treatment of a case involving a stress fracture of the tibia.

Case Report

The case involves a 25-year-old male, 183 cm tall and weighing 73 kg. He is a setter on Japan's national volleyball team.

He complained of pain in his right lower limb. Neither he nor his family had a history of disease or other notable health conditions. In January 2000, he began to notice pain and visited a local hospital. Plain radiographs showed no anomaly (Fig. 1), and he returned to training.

In May of that year, he felt some discomfort in the right anterior tibia, and visited the hospital again.

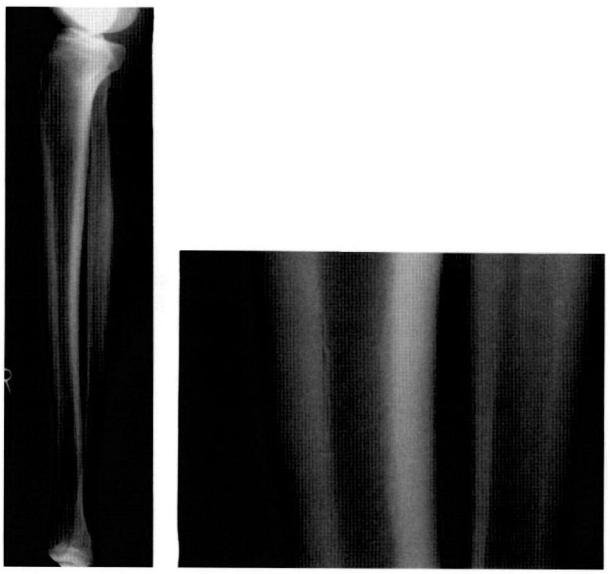


Fig. 1 Plain radiograph of the tibia at the initial examination：No abnormal findings

Afterwards, he refrained from exercises involving jumps but continued items on his regular training program including jogging and dashes. In July, he felt lower limb pain and instability and visited a different hospital. Following this, he underwent rehabilitation in a swimming pool once or twice a week, and then gradually increased the amount of training again. In December, he played in all of the Japan League games. After that, his lower limb pain increased day by day. In March 2001, he was selected to be on the national team. He subsequently visited our hospital for examination of the residual pain in mid-March, 14 months after the pain first appeared. On detailed examination, he presented tenderness and tapping pain in the middle third of the tibia. Radiographs showed rarefaction in the center of the tibia diaphysis and on the anterior cortex with callus around the rarefaction (Fig. 2). The structure matched what we saw in T2-weighted MRI images (Fig. 3), which showed a high intensity area surrounding a low intensity area in its center. The condition was diagnosed as a persistent tension-type tibial stress fracture. We advised him to discontinue volleyball, and started treatment using a Sonic Accelerated Fracture Healing System (SAFHS；Exogen Inc., Piscataway, NJ). We also developed for him a light-weight-bearing rehabilitation program. The program focused on walking in a swimming pool and swimming, which improves cardiopulmonary functions, four times a week. The patient also did training to increase the stamina of the upper limb, abdominal and back muscles. For the upper limb training, weightlifting, playing catch using a volleyball, and passing practice were included. The program also included such lower limb training as riding an exercise bike, and muscular training for range of motion (ROM) of the ankle joint. He was not permitted to run or jump.

At one month after the start of treatment, the tender-

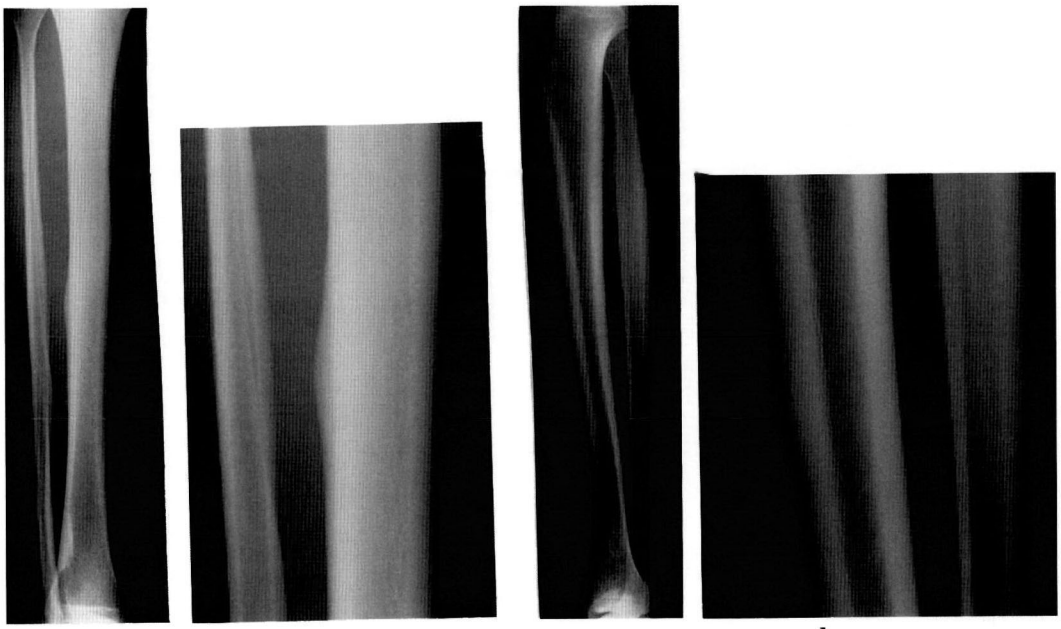


Fig. 2 Plain radiograph of the tibia at the second examination reveals a radiolucent lesion in the center of the tibial shaft and the anterior bone cortex, with bone callus in a certain portion around the fracture area
a：Front view, b：oblique view.

ness eased but rarefaction grew larger in radiographs (Fig. 4). At two months, the tapping pain disappeared. He continued walking in a swimming pool and riding an exercise bike, adding one-kilometer jogging four times a week. At three months, both spontaneous pain and tenderness subsided. He then began two-kilometer jogging four times a week. At five months after the start of treatment, radiographs still showed rarefaction but osseous eminentia on the diaphysis became less pronounced (Fig. 5). He was allowed to do light jumps and dashes and play beach volleyball. At seven months after the start of treatment, he still felt pain when he practiced for two or three days in a row, but the pain was much lighter than when we first examined him. At nine months after the start of treatment, the pain had disappeared, and he played in a Japan League game. In April 2002, at 13 months after the start of our treatment, the radiographs still showed some signs of rarefaction (Fig. 6), but he was completely relieved of pain. He played and did well in the Japan Championships in



Fig. 3 MRI observations
Coronal T2-weighted image shows a circular area of high intensity and a central area of low intensity, both in the anterior part of the tibial cortex.

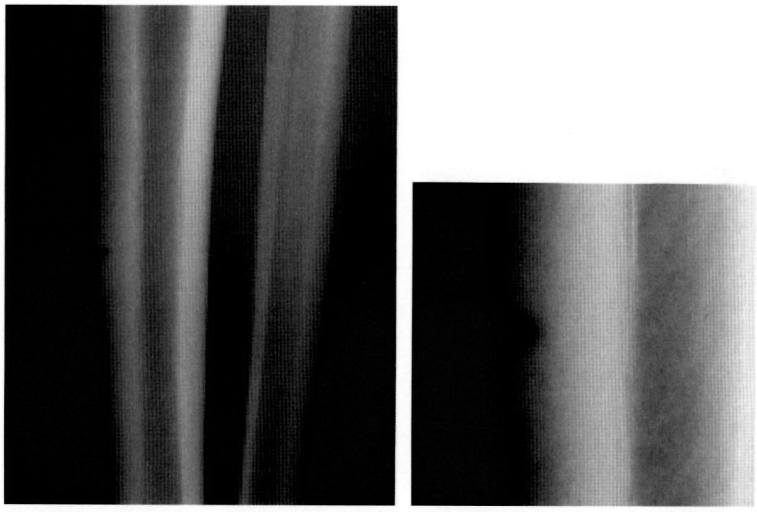


Fig. 4 Plain radiograph at 1 month after commencement of treatment
The radiolucent lesion is enlarged.

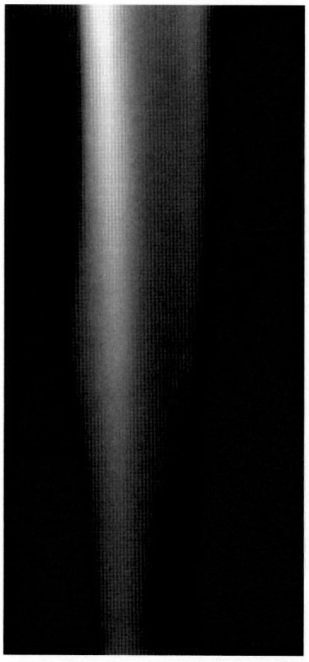


Fig. 5 Plain radiograph at 5 months after commencement of treatment
The radiolucent lesion is remaining.

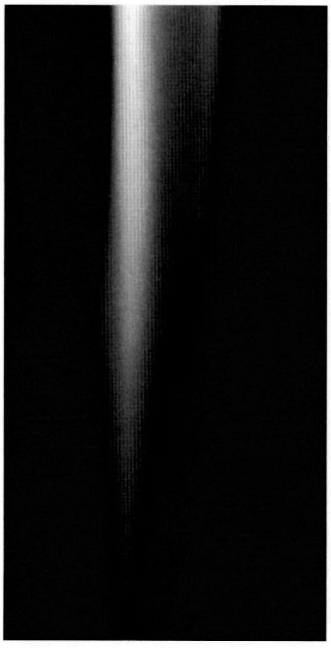


Fig. 6 Plain radiograph at 13 months after commencement of treatment
The radiolucent lesion is slightly remaining. Clinically, there is no pain.

2002, 2003 and 2004, and in the Japan League in 2003 and 2004.

Discussion

In general, a volleyball player jumps and lands more than one hundred times every day during a two-hour training session. At this rate, the player would land 1,000 times a week, assuming a five-day training in a week ; nearly 50,000 times a year during 480 training hours ; and 150,000 to 200,000 times over three years[1]. Repeated jumping and landing put heavy burdens the player's lower limbs. Ferretti[2] has reported a tibial diaphysis strain fracture in a volleyball player in the Italian national team. He reported that the case required six months of rest and treatment to heal. We believe that would be the typical length of time required to heal a fracture for a top-level player. According to Iwamoto[3], of the 196 stress fracture cases involving athletes of various sports, five or 2.5% occurred in volleyball players. He reported that volleyball was the eighth-biggest cause of athletes' stress fractures. Among volleyball players, stress fractures accounted for 2.7% of all injuries, with a male-to-female ratio of one to five. The six cases reported by Iwamoto included three cases of tibial diaphysis fracture, one case of a condyle fracture, one case of a hallux sesamoid bone stress fracture, and one case of another type of fracture. According to Uchiyama[4], volleyball is the leading cause of tibial tension-type stress fracture. The percentage of volleyball players who make a complete comeback after this type of fracture is only 20%, whereas that for track and field athletes is 100%, and for basketball players 60%. Mannoji[5] reported that one volleyball player who suffered a tension-type stress fracture had to rest 18 months before his pain was completely relieved.

Recent reports have indicated that SAFHS was effective for treating delayed union and non-union cases[6,7]. Ishibashi[8] reported that he applied ultrasound therapy to three cases of tibial tension-type stress fracture and saw an improvement in the patients'condition. We believed SAFHS would also be effective in our case of a persistent stress fracture, and applied SAHFS while stopping the patient from jumping. The treatment led to an easing of the pain in about two months. The patient was able to return to play in top-level competitions in about nine months. But it was not until the patient first visited our institution, or more than one year after the patient first complained of pain, that changes in bone structure were observed in radiographs.

In diagnosing the condition of a fracture, it is important to conduct a comprehensive examination using MRI and bone scintigraphy at an early stage while closely following changes in clinical conditions. If the patient is diagnosed at an early stage, physicians can start treating the patient earlier and reduce the healing time.

In our initial examination, radiographs showed hardening in the anterior cortex similar to osteoid-osteoma, and rarefaction, or a looser zone, resembling nidus. The bone structure was beak-shaped at first. As was seen in our case, when fracture union is delayed, the structure becomes pearl-shaped with some necrosis at its center. These changes were confirmed in MRI images, and are noteworthy.

As indicated above, a tension-type tibial stress fracture is a serious injury and often takes a long time to heal. To make matters worse, the expectations and time constraints of top-level athletes are such that they often fail to complete long rehabilitation programs. This in turn increases recuperation time and heightens the chances of re-fracturing.

The key to developing a good rehabilitation program for a volleyball player with a stress fracture is to start with upper limb and stretch exercises soon after pain has started. This is because the fracture is mainly triggered by jumps or other lower limb movements. Exercises that put strain on the lower limbs, such as jumps and dashes, should be avoided until the final stage of rehabilitation.

Summary

1. We have successfully treated one case of tension-type stress fracture in the tibia.
2. Such fractures may be difficult to diagnose early on using only plain radiography. We recommend using MRI in suspected cases.
3. The use of SAFHS can accelerate fracture healing in such a case of delayed bone union.
4. The expectations and time constraints of top-level athletes may lead to their failing to complete long rehabilitation programs, resulting in delayed union or re-fracture. It is therefore necessary to develop a suitable adaptive rehabilitation program early on to ensure compliance, adherence and successful recovery.

References

1) Hayashi M：Diagnosis and treatment of stress fracture. Journal of Clinical Sports Medicine, 20：256-262, 2003.(in Japanese)
2) Ferretti A：Volleyball injuries. Federation International de Volleyball, Lausanne, Suisse：127-130, 1994.
3) Iwamoto J：Stress fractures in athletes：review of 196 cases. J Orthop Sci, 8：273-278, 2003.
4) Uchiyama E：Tension-type tibial stress fracture. Guide for physical diagnosis and physiotherapy of sports trauma and injuries. Bunkoudou, Tokyo：348-352, 2003.(in Japanese)
5) Mannoji T：Conservative treatment of tension-type stress fracture in the tibia and its long-term prognosis. Journal of Clinical Sports Medicine, 11：349-352, 1994.(in Japanese)
6) Mizuno K et al：Current topics on fracture treatment with ultrasound. Orthopedic Surgery and Traumatology, 43：213-223, 2000.
7) Mayr E et al：Ultrasound—an alternative healing method for nonunion? Arch Orthop Trauma Surg, 120：1-8, 2000.
8) Ishibashi K：Low-intensity ultrasonic treatment device used for tension-type stress fracture in the tibia. Sports Injuries, 8：21-22, 2003.(in Japanese)

Does the Toe Out Angle Effect the Knee Mechanics in Sports Activity ? —Analysis of Knee Joint Loading during Side-step Cutting—

サイドステップにおけるトーアウトアングルの重要性

Kazuhiko Udagawa 宇田川和彦[1)] Takeo Nagura 名倉 武雄[1)]
Yoshimori Kiriyama 桐山 善守[2)] Toshiro Otani 大谷 敏郎[1)]
Hideo Matsumoto 松本 秀男[1)] Yoshiaki Toyama 戸山 芳昭[1)]

●Key words
Toe out angle : Side-step cutting : Motion analysis
トーアウトアングル，サイドカット，動作解析

●Abstract

There have been studies analyzing the toe-out angle during sports related activities. The purpose of this study was to investigate the effect of the toe-out angle in knee kinetics and kinematics, and to examine for any gender difference during side-step cuttings. Fourteen college athletes (8 men and 6 women) participated in the study. Each subject performed three different 90 degrees side-step cuttings with different toe-out angles ; natural, intentionally in-toeing (toe-in), and intentionally out-toeing (toe-out). The toe-in had the largest knee flexion moment, while the toe-out had the largest knee valgus and internal rotation moment. There was no difference in knee mechanics between men and women. Our results showed that the toe-in side cut might be the best to improve sports performance, and the toe-out side cut might be related to knee motion patterns that frequently cause non-contact ACL injuries.

●要旨

スポーツにおいて接地時のつま先の角度(toe out angle)はパフォーマンスに非常に重要であると考え，90°サイドカット中に toe out angle を変化させたときの膝の力学的負荷および男女の運動パターンの差について検討した．運動部に所属する大学生 14 名(男 8，女 6)を対象とし

名倉武雄
〒 160-8582 東京都新宿区信濃町 35
慶應義塾大学医学部整形外科学教室
TEL 03-5363-3812/FAX 03-3353-6597
E-mail nagura@sc.itc.keio.ac.jp

1) Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Keio University
2) Department of Musculoskeletal Reconstruction and Regeneration Surgery, School of Medicine, Keio University

た．その結果，男女間の差は見られなかった．つま先を内側に向けて接地することは大腿四頭筋モーメントを増大させたため，パフォーマンスを上げる要因になると考えられた．またつま先を外側に向けて接地することは膝の伸展に加え外転，内旋モーメントを増大させるため，非接触性ACL損傷を起こしやすい運動パターンとなることが示唆された．

Introduction

As a key offensive strategy, side-step cuttings occur frequently in sports activities, such as basketball, soccer, and lacrosse. Sidestep cutting is expected to involve various combinations of external flexion/extension, varus/valgus and internal/external rotation moments at the knee. During side-step cuttings, it is believed that the knee-in toe-out position is the highest risk combination for knee injury at the landing phase. Former studies on side-step cuttings have focused on muscle activation,[1, 2] and on the kinetics and kinematics of the knee[2, 3]. The toe-out angle may be a factor affecting performance. Fuchs et al[4] measured the toe-out angle during sprinting in high school students, and found that the students were faster the more they toed-in. However, the toe-out angle may be different for each person. Our recent study revealed that the toe-out angle in normal adults during side-step cuttings ranged from −19.8 degrees to +17.9 degrees[5]. However no data are yet available on the effect of the toe-out angle on changes in knee loading during sports-related activities.

Anterior cruciate ligament (ACL) disruption is a commonly seen knee injury. Approximately 80,000 cases of ACL tear occur annually in the United States[6]. While the injury can and does occur in contact situations, it is much more common in non-contact situations[7, 8]. Non-contact ACL injury occurs during landing from jump or during the stance phase of a high risk sporting posture involving sudden changes in direction combined with acceleration or deceleration such as side-step cutting[9, 10]. Based on cadaveric studies, the combined applied moments of flexion, valgus and internal rotation are known to place the greatest strain on the ACL, and these occur during side-stepping[11]. In addition, women have shown a higher incidence than men for non-contact ACL injuries in sport activities：in previous reports, ACL injury incidences were approximately four to eight fold higher in females than in males[12]. Females tend to have smaller flexion angles, greater knee valgus angles, greater quadriceps activation, and lower hamstring activation, in comparison to males during the stance phase in side-step cutting[13~15]. These results have suggested that there are different motion patterns in females compared to males during these activities, though any gender difference in the direction of the toe and its resulting effect have not yet been studied.

Thus, the purpose of this study was to investigate the effect of changing the toe-out angle on knee kinetics and kinematics and to investigate whether the gender differences related to side-step cuttings.

We hypothesized：

1) Intentional toe-in side cut has a potential to improve the performance during side-step cuttings.
2) Intentionally toe-out increases the flexion moment, valgus moment and internal rotation moment at the knee.
3) Females show less knee flexion at heel strike, and greater flexion moment than males.

Materials and Methods

Fourteen college athletes (8 men and 6 women) participated in the study. The subjects had a mean age of 20.6 years (range 19-22 years), a mean height of 1.68 m (range 1.54-1.83 m) and a mean weight of 62.8 kg (range 47.0-89.0 kg). A college athlete is defined as a person who participated in college sports at least three times per week. None of subjects had a history of knee pain or injury.

After approval of the university ethics committee on

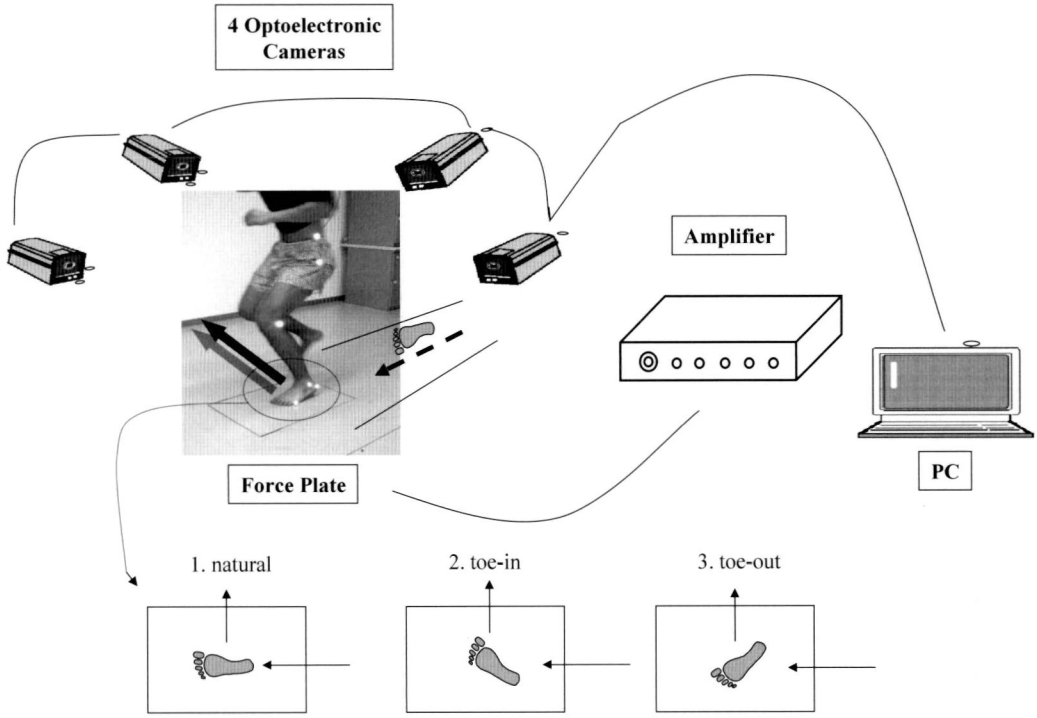


Fig. 1 A four-camera system and a force plate system were used. Each subject performed three different 90-degree side-step cuttings following no steps : natural, intentionally in-toeing (toe-in), and intentionally out-toeing (toe-out).

human trials, and with fully informed consent, the subjects were each fitted instrumented with six retro-reflective markers (CFTC, Chicago, IL, USA) ; one each at the most superolateral aspect of the iliac wing, the most lateral aspect of the greater trochanter, the most lateral aspect of the knee joint line, at the lateral malleolus, at the lateral calcaneus, and at lateral head of the fifth metatarsal (Fig. 1)[16, 17]. The lower extremity is idealized as a collection of rigid links with fixed axis of rotation at the joint. The limb position was subsequently recorded from these markers using an optical-electoronic system (Pro-Reflex mcu120, Qualysis, Savedalen, Sweden), and the ground reaction force was obtained using a force plate (Type 4060H, Bertec, Columbus, OH, USA). The data were collected at a frequency of 120 Hz.

The external measurements of ground reaction force, limb weight and limb inertia can be used to calculate the net external reaction forces and moments at the joints. Mechanical equilibrium dictates that external forces and moments must be balanced by internal forces and moments. Forces generated by muscle, passive soft tissue and joint contact force to create these internal moments. If there are no flexor muscle activity, an external moment tending to flex the joint indicates the presence of quadriceps muscle force, since the external flexion moment is balanced by an internal muscle force in the knee extensors. If antagonistic flexor muscle activity is present, the net of the balance between the flexor and extensor muscles must still produce a net internal flexion moment to balance the external extension moments. The external extension moments that act at the joints can be used to directly infer the net activity of the joint flexor-extensor muscles, since these muscles generate the major portion of the internal forces producing internal flexion or extension moments. Thus the net knee force represents net inter-segmental force acting on the knee, and net knee

Table 1 Summary of the results in three different side-cuts

Variable	Natural	Toe-in	Toe-out
Speed (m/s)	1.4±0.2	1.4±0.2	1.4±0.2
Toe out angle at heel strike (degrees)	3.0±10.1	**−18.6±8.5**	**34.2±8.9**
Knee flexion angle at heel strike (degrees)	31.1±10.5	**23.8±10.4**	**23.6±11.8**
Knee flexion moment at heel strike (%BW＊Ht)	2.3±4.7	0.9±2.1	−1.1±2.3
Knee valgus moment at heel strike (%BW＊Ht)	−0.2±1.1	**−2.3±1.8**	**1.1±1.3**
Knee internal rotation moment at heel strike (%BW＊Ht)	0.03±0.3	0.2±0.4	−0.07±0.2
Peak knee posterior force (%BW)	87.9±16.8	96.9±19.8	74.4±13.1
Peak knee vertical force (%BW)	187±26.0	190±27.4	189.1±23.3
Peak knee flexion moment (%BW＊Ht)	12.9±2.1	**15.5±2.3**	**6.6±2.8**
Peak knee valgus moment (%BW＊Ht)	5.2±1.9	**1.8±2.4**	**10.0±1.8**
Peak knee internal rotation moment (%BW＊Ht)	2.2±0.9	2.2±0.8	**3.0±0.6**

Bold indicates significant difference compared to natural.

moment represents net inter-segmental moment about the knee, which is resisted by the contraction of flexor/extensor muscles[16, 17].

Each subject was asked to perform three different 90-degree side-step cuttings with different toe-out angles in the gait laboratory ; natural, intentionally in-toeing (toe-in), and intentionally out-toeing (toe-out). Subjects were asked to perform the task bare foot to negate any effects due to wearing different running shoes, and either the right or the left leg was examined in random sampling. In side-step cutting, the subject was instructed to hit the force plate with a foot to change the direction to the other side approximately 90 degrees without any following steps (Fig. 1). The three tasks were performed in turn, with 2 trials of each maneuver recorded, giving a total of 6 trials per session, after several trials in order to warm up and learn the tasks. The locomotion was not restricted so as to measure as much as possible the subject's natural motions.

The force and moments were normalized to percent body-weight (%BW) and percent body-weight times height (%BW×Ht) respectively. A local anatomical coordinate system on the tibia was used to represent the force direction. The long axis of the tibia was defined as the superior-inferior axis. The toe-out angle was defined as the angle between the direction of run and the line formed by the two markers placed on the lateral calcaneus and the 5th metatarsal head. The data were normalized as the percentage of the stance phase duration of a given athletic task ; with the initial contact of the foot with the ground as 0%, and the take off of the same foot from the ground as 100%.

One trial was randomly chosen to calculate the statistics in each activity. An analysis of variance (ANOVA) with a single factor for two groups was performed, to investigate any statistical difference between any two of the activities. A level of significance was set at $p = 0.05$.

Results

1. Three different side-step cuttings (Table 1 and Table 2)

The toe-out angles at heel strike were well controlled, and the approach speeds were statistically similar, in the three different postures. The knee flexion angles at heel strike were significantly smaller in toe-in, and in toe-out, than in the natural posture. There were significant differences in the knee valgus moment across the stance phase among the three groups, while the knee flexion moment and the internal rotation moment at heel strike were both similar among the three groups (Fig. 2). The peak internal rotation moment was significantly larger in the toe-out than in the natural or toe-in. Toe-in had a higher peak exten-

Table 2 Comparison of the results in three different side-cuts.

Variable	Natural	Toe-in	Toe-out
Speed (m/s)	→	→	→
Toe out angle at heel strike (degrees)	→	↓	↑
Knee flexion angle at heel strike (degrees)	→	↓	↓
Knee flexion moment at heel strike (%BW＊Ht)	→	→	→
Knee valgus moment at heel strike (%BW＊Ht)	→	↓	↑
Knee internal rotation moment at heel strike (%BW＊Ht)	→	→	→
Peak knee posterior force (%BW)	→	→	→
Peak knee vertical force (%BW)	→	→	→
Peak knee flexion moment (%BW＊Ht)	→	↑	↓
Peak knee valgus moment (%BW＊Ht)	→	↓	↑
Peak knee internal rotation moment (%BW＊Ht)	→	→	↑

Bold indicates significant difference compared to natural.

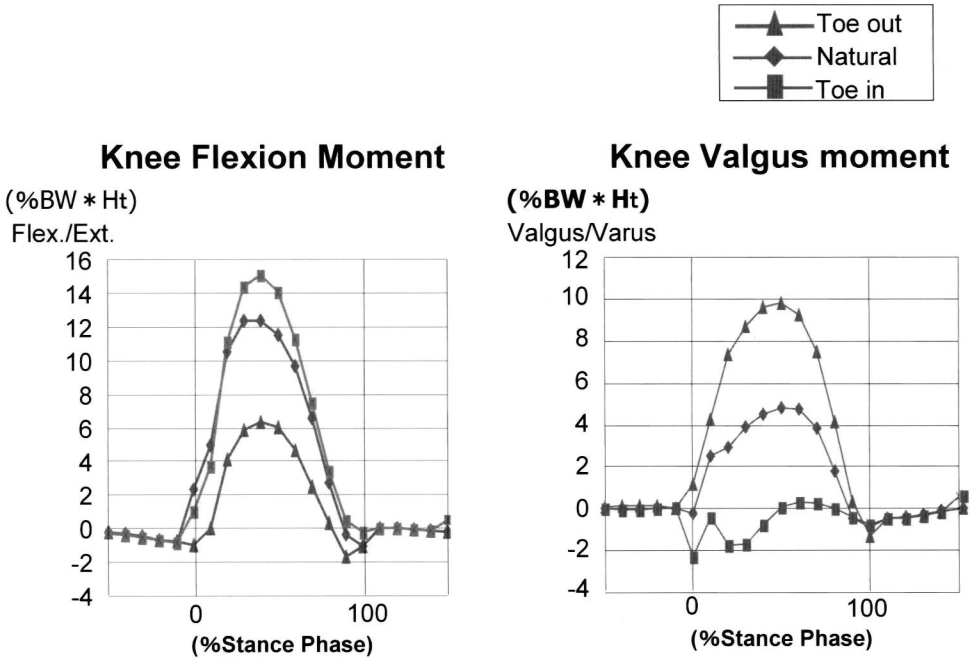


Fig. 2 Mean knee flexion moment and valgus moment in three different postures
%BW*Ht=(% body weight)×height.

sion moment than the natural or toe-out. The peak knee posterior forces were significantly smaller in toe-out, than in the toe-in or natural. The knee vertical force was similar among three different postures.

2. Gender difference (Table 3)

In order to evaluate any difference due to gender, and to eliminate any effect of general body postures, data in natural locomotion were compared. There were no differences in the toe out angle, knee flexion angle, knee flexion moment, knee valgus moment, and knee internal rotation moment at the heel strike, between the females and the males. The peak knee posterior force and the vertical force were also similar between the females and the males. The female athletes had significantly larger peak knee flexion moments than the male

Table 3 Gender differences in three different side-cuts.

	Gender		P
Variable	Male	Female	
Speed (m/s)	1.3±0.3	1.4±0.2	0.46
Toe out angle at heel strike (degrees)	8.8±7.0	3.7±9.8	0.28
Knee flexion angle at heel strike (degrees)	31.8±14.9	30.0±1.2	0.44
Knee flexion moment at heel strike (%BW＊Ht)	2.8±5.8	1.8±2.5	0.69
Knee valgus moment at heel strike (%BW＊Ht)	−0.6±1.3	0.3±0.6	0.11
Knee internal rotation moment at heel strike (%BW＊Ht)	0.03±0.3	0.03±0.20	0.98
Peak knee posterior force (%BW)	84.7±10.7	92.1±24.4	0.45
Peak knee vertical force (%BW)	187±32	185±20	0.89
Peak knee flexion moment (%BW＊Ht)	11.8±2.1	14.2±1.5	0.037
Peak knee valgus moment (%BW＊Ht)	4.79±2.3	5.7±1.4	0.42
Peak knee internal rotation moment (%BW＊Ht)	2.7±0.6	1.7±1.0	0.06

athletes, while the peak valgus moments were similar.

Discussion

1. Cut angle

This study examined the loads at the knee during 90-degree side-step cuttings. Besier et al measured the knee external loads and muscle activation during 30-degree and 60-degree side-step cuttings[1], whereas Neptune et al examined these at 45-degree side-step cuttings[18]. Previous studies have therefore examined 60-degree or less as the cut angle, and any study has examined the knee loads at 90 degrees side-step cuttings[17]. Generally athletes need to step laterally from 0 degrees to 90 degrees in game situations. Therefore our study has examined the knee loads at 90-degree cut angle.

2. Sports performance

We hypothesized that intentional toe-in should improve sports performance, while it is not easy to evaluate sports performance from the knee loads. Houck et al reported that the knee flexion moments were associated with level of functioning in ACL deficient patients[19], so the knee flexion moment could be used to indicate the function level of athletes. The knee flexion moment is sustained by the quadriceps, and is thought to indicate the quadriceps function during activity (therefore it is known as the 'quadriceps moment'). Intentional toe-in resulted in significantly larger knee flexion moment than natural or toe-out. Thus toe-in might have a potential to improve performance in competitive game situations or in other athletic activities.

3. Risk for non-contact ACL injury

A remarkable finding in this study was that changes in the toe-out angle were related to significant changes in the knee loads during side-step cutting. Intentional toe-in increased the knee flexion moment and decreased the knee flexion angle at heel strike, while intentional toe-out decreased the knee flexion angle, and increased the knee valgus and internal rotation moments at heel strike (Table 2). A recent study has shown that non-contact ACL injuries frequently occurred with the knee at a small flexion angle accompanied by knee valgus motion during running, cutting or jumping, in soccer or basketball[7]. A combination of internal rotation moment and anterior tibial force resulted in the highest load on the ACL[11]. Thus the combination of increased external valgus and internal rotation moments during toe-out may be a reason for the increased risk to injury in the knee ligament when performing side-step cutting maneuvers.

4. Gender difference

The approach velocity showed no statistically significant main or interactive effect. Therefore any difference due to gender could be expected to be demonstratable even with our limited numbers of subjects. Several studies have shown that female athletes had higher toe-out angles and lower knee flexion angles during side-step cuttings[3, 20]. Malinzak et al showed that females altered their motion pattern, and suggested that this might contribute to increased risk to anterior cruciate ligament injury[2]. However our results found there was no difference in motion pattern during side-step cuttings between females and males. Mclean et al showed that females had higher valgus and lower internal rotation torques than males[9]. Ford et al have shown differences in valgus moment at the knee between female and male athletes[13], with females displaying greater valgus force during the landing phase of a vertical jump maneuver. However, the only gender difference in this study was the larger peak knee flexion moment in females than in males (Table 3). Our results suggested that females tended to use mainly the quadriceps muscle compared with males. These results were consistent with other studies which indicated that females tended to rely on their quadriceps more than their hamstrings to produce dynamic knee stability during jumping and landing activity[14, 15].

5. Limitation

The muscle activity and muscle strength in each subject were not evaluated in this study, because of the difficulty to measure EMG at the same time and because of the need to limit the test burden on our subjects. Analysis of the quadriceps and hamstrings strengths and activities will explain in more detail any differences in the knee mechanics due to the toe-out angle and gender. However, it has been shown elsewhere that the knee flexion moment (quadriceps moment) during similar activity was a better indicator of the functional level of the subjects, rather than the maximum strength of the quadriceps and hamstrings[20]. Detailed analysis of the muscle function should be done in future studies.

Conclusion

Our study estimated the effect of changing the toe out angle in knee mechanics and investigated whether or not there was any gender difference during 90-degree side-step cuttings. The results showed that intentional toe-in side cut could be used to improve performance and that the toe-out side cut might be related to have knee motion patterns that cause ACL injuries. In addition, we found no gender difference in knee mechanics except for a larger quadriceps moment in women than in men during the side cuttings.

Acknowledgement : The authors thank Tsuyoshi Takeda M. D., Toru Suzuki, M. S., Masahiro Osaki, B. S. and Tatsuo Matsuda, B. S., for their kind help and support.

References

1) Besier TF et al : Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers. Med Sci Sports Exerc, 35 : 119-127, 2003.
2) Malinzak RA et al : A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. Clin Biomech, 16 : 438-445, 2001.
3) Mclean SG et al : Effect of gender and defensive opponent on the biomechanics of sidestep cutting. Med Sci Sports Exerc, 36 : 1008-1016, 2004.
4) Fuchs R et al : Sprinting and intoeing. J Pediatr Orthop, 16 : 489-491. 1996.
5) Udagawa K et al : Is patients with anterior cruciate ligament deficient controlling toe out angle and knee rotation during side-step cutting maneuvers? International Symposium Ligaments & Tendon-IV, 2004 (abstract).
6) Griffin LY et al : Noncontact anterior cruciate ligament injuries : risk factors and prevention strategies. J Am Acad Orthop Surg, 8 : 141-150, 2000.

7) Boden BP et al : Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics, 23 : 573-578, 2000.
8) Noyes FR et al : The symptomatic anterior cruciate-deficient knee : Part 1. The long term functional disability in the athletically active individual. J Bone Joint Surg, 65-A : 154-162, 1983.
9) Mclean SG et al : Knee joint kinematics during the sidestep cutting maneuver : potential for injury in women. Med Sci Sports Exerc, 31 : 959-968, 1999.
10) Myklebust G et al : A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian handball team. Scand J Med Sci Sports, 8 : 149-153, 1998.
11) Markolf KL et al : Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. J Orthop Res, 13 : 930-935, 1995.
12) Arendt ER et al : Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer : NCAA data and review of literature. Am J Sports Med, 23 : 694-701, 1995.
13) Ford KR et al : Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. Med Sci Sports Exerc, 35 : 1745-1750, 2003.
14) Hewett, TE et al : The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes : a prospective study. Am J Sports Med, 27 : 699-706, 1999.
15) Ford KR et al : Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. Med Sci Sports Exerc, 35 : 1745-1750, 2003.
16) Andriacchi TP et al : A study of lower limb mechanics during stair-climbing. J Bone Joint Surg, 62-A : 749-757, 1980.
17) Andriacchi TP et al : The influence of total knee-replacement design on walking and stair climbing. J Bone Joint Surg, 64-A : 1328-1335, 1982.
18) Neptune RR et al : Muscle coordination and function during cutting movements. Med Sci Sports Exerc, 31 : 294-301, 1999.
19) Houck J et al : Association of knee angles, moments and function among subjects that are healthy and anterior cruciate ligament deficient (ACLD) during straight and crossover cutting activities. Gait and Posture, 18 : 126-138, 2003.
20) Hutchinson MR et al : Knee injuries in female athletes. Sports Med, 19 : 288-302, 1995.

Quick Movement in Tennis Footwork —Effectiveness of the Split Step—

テニスフットワークの動作解析 —スプリットステップの有効性について—

Masahiro Osaki 尾崎 正大[1)]
Tatsuo Matsuda 松田 達雄[1)]
Hideo Matsumoto 松本 秀男[1)]
Takeo Nagura 名倉 武雄[1)]
Yoshimori Kiriyama 桐山 善守[2)]
Yoshiaki Toyama 戸山 芳昭[1)]

●Key words
Quick movement：Ground reaction force：Sports biomechanics
俊敏な動作，床反力，スポーツ生体工学

●Abstract
The split step is a preparative motion used in many sports. The purpose of this study was to determine and compare the kinetics and kinematics in the limbs between quick lateral movement involving a split step and that without any split step. Ten skilled tennis players were evaluated using a skin marker-based motion analysis system and a force plate. In the progression-side limb, the time to reach maximal ground reaction in the progressing direction and the maximal knee flexion angle were 0.11 and 0.13 seconds faster in those with a split step than in those without the split step. The moved distance with the split step was significantly longer than that without the split step. The players could obtain much ground reaction force earlier and start out-toeing in the air earlier using the split step. These results indicated that the split-step movement supported more efficient motion in the lateral direction.

●要旨
スプリットステップは予備動作として多くのスポーツで用いられている．今回スプリットステップの有効性を検証するためにテニス経験者 10 名（平均年齢 21.2 歳）の側方動作をスプリットステップを踏んだ場合と踏まなかった場合について動作解析装置を用いて比較検討した．その結果スプリットステップにより進行方向への床反力のピーク到達時間，最大膝屈曲角度のピーク到達時間が短く，1 秒間の移動距離も大きくなることが明らかとなった．スプリットステップを踏むことで，重力の利用により速く最大床反力を得ること，空中でトーアウトが行えることが俊敏な側方へのフットワークを可能にしていると考えられた．

名倉武雄
〒 160-8582 東京都新宿区信濃町 35
慶應義塾大学医学部整形外科学教室
TEL 03-5363-3812/FAX 03-3353-6597
E-mail nagura@sc.itc.keio.ac.jp

1) Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Keio University
2) Department of Musculoskeletal Reconstruction and Regeneration Surgery, School of Medicine, Keio University

Introduction

Quickness in footwork is particularly important in all sports. In sports such as tennis, football, basketball, baseball and soccer, the players move in a lateral direction repeatedly and use various combinations of steps. However, despite this importance, which steps create quicker movement has been seldom investigated. Motion analysis can indicate how to perform faster footwork and may be useful to improve the skill and performance in these sports.

The split step is a little jump in the vertical direction, and is one type of preparatory motion prior to moving in a lateral direction, among tennis players, goalkeepers and others who require moving in a lateral direction rapidly. There is wide consensus that use of the split step can improve performance, and the split step is commonly used in tennis by all levels of players from professional to general players. Most biomechanical studies related to tennis are often limited to the kinematics of the upper extremities. Such studies have compared the kinematics and kinetics of the shoulder and elbow joint during serving[1, 2], have analysed the wrist kinematics during performing a back stroke[3], and have investigated the biomechanics of tennis elbow[4]. The mechanisms of various injuries incurred during playing tennis have also been described[3, 4]. There have however been few studies on the mechanics of the lower extremity such as footwork. Chow et al examined the movement characteristics during a volley play[5]. Their findings indicated that the unloading and shifting of the body weight towards the ipsilateral side during the volley were initiated before the initial racquet movement. The forward and lateral movements during the volley were the results of the ipsilateral unloading and contralateral push-off, though the initial movements were not analyzed in detail.

Consequently the effectiveness of quick footwork such as the split step remains largely unknown. The purpose of this study was to determine and compare the kinetics and kinematics in the lower limbs between the motion with a split step and that without a split step, during fast lateral movement, and to analyze the effectiveness of the split step. Increased knowledge concering fast footwork of players may be expected to lead to improved skill in these players.

Materials and Methods

Ten skilled tennis players (10 men), who had no lower extremity problem, participated as subjects in this study. Their age range was from 19 to 25 years (average 21.2 years), and their average experience at playing tennis was 6.2 years. We selected skilled players as subjects because it is important to have enough skill to perform the proper motion of the split step. Before examination, the method of taking measurements and the risks involved were represented to each subject, and all subjects agreed and signed a consent form, approved by the university committee supervising clinical trials.

A total of 13 retro-reflective markers were attached to each subject[6]: one each at the iliac crest, the greater trochanter of the femur, the lateral aspect of the knee joint, the lateral malleous, the lateral calcaneus, at the head of the fifth metatarsal bone, bilaterally, and one at the sacrum. A five-camera motion analysis system (Pro-Reflex mcu120, Qualysis, Savedalen, Sweden) which obtains three dimensional coordinates of the skin markers and a force plate (Type AM6110, Bertec, ColombusOH, USA) which obtains the ground reaction force were used at 120 Hz.

Each subject moved to a lateral side as quickly as possible, according to a handcrafted direction-instructing signal which flashes 3 times at 0.54 second intervals, with the third flashing to the left or right so that the subject could not anticipate the direction to move prior to the third flash (Fig. 1). Before the actual trial, the subject had several warm-up trials to get accustomed to the experimental system.

The initial step was integrated to the crossover step which is popularly used as the initial step in tennis because the type of the initial step influences the

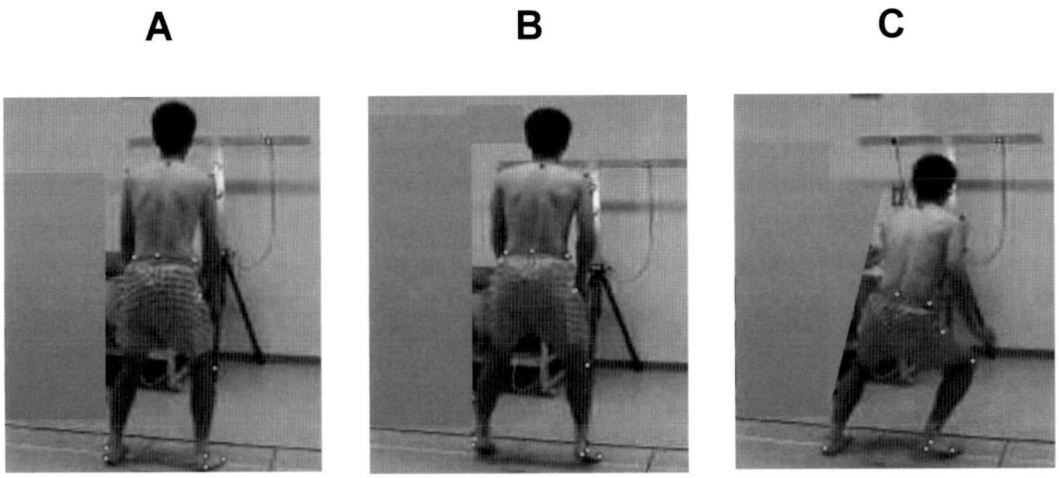


Fig. 1 13 retro-reflective markers were attached to each subject. The subject moved to a lateral side as quickly as possible, according to a handcrafted direction-instructing signal flashing to the left or right randomly. The initial step was integrated to the crossover step. (A) Initial motion, (B) split step, (C) first step.

results. The crossover step is pivoting on the foot on the progressing side while turning the hips, and making the first step with the foot on the contralateral side to the progression.

Each subject performed the motion with the split step, and without the split step, for a total of 5 recorded trials each. One trial was randomly chosen from these to calculate the statistics. The first steps in each leg were observed to analyze the knee mechanics at the beginning of the motion. The ground reaction force in direction of the progression, the knee flexion angle and the distance that the marker on the sacrum moved each time were evaluated.

An analysis of variance (ANOVA) with a single factor was conducted to determine differences between the movement with the split step and that without the split step. A P-value less than 0.05 was used as the level of significance.

Results

The measurements on the progression side and on the contralateral side are summarized in Table 1 and Table 2.

1. The ground reaction force in the progressing direction (Fig. 2)

In the progression-side limb, the average time to reach maximal ground reaction force in the direction of the progression (Y-component) with the split step was 0.11 seconds significantly faster than without the split step. On the other hand, no significant difference in the contralateral side limb was found between the split step and without the split step.

2. Knee flexion angle (Fig. 3)

No significant differences between with the split step and without the split step were found in the maximal knee flexion angles, bilaterally.

The time to reach maximal knee flexion angle with the split step was faster than that without the split step on the progression side, but there was no significant difference in the contralateral side. The difference between the two motions on the progression side tended to be greater than that on the contralateral side, but there was no significant difference ($P=0.141$).

3. The moved distance (Fig. 4)

The distance that the marker on the sacrum moved in 1 second with the split step was significantly longer

Table 1 Results in the progression-side limb

	split step	no split	difference	P value
Time to reach the maximal ground reaction force (sec)	0.67±0.09	0.78±0.09	0.11	0.019
The maximal knee flexion angle (degrees)	67.4±11.4	56.7±12.2	10.7	0.058
Time to reach the maximal knee flexion angle (sec)	0.54±0.08	0.67±0.09	0.13	0.004
Moved distance in 1 second (m)	1.53±0.31	1.15±0.25	0.38	0.008

Table 2 Results in the contralateral-side limb

	split step	no split	difference	P value
Time to reach the maximal ground reaction force (sec)	0.44±0.10	0.52±0.07	0.08	0.067
The maximal knee flexion angle (degrees)	61.5±8.5	55.6±4.6	5.9	0.068
Time to reach the maximal knee flexion angle (sec)	0.39±0.07	0.46±0.12	0.07	0.139

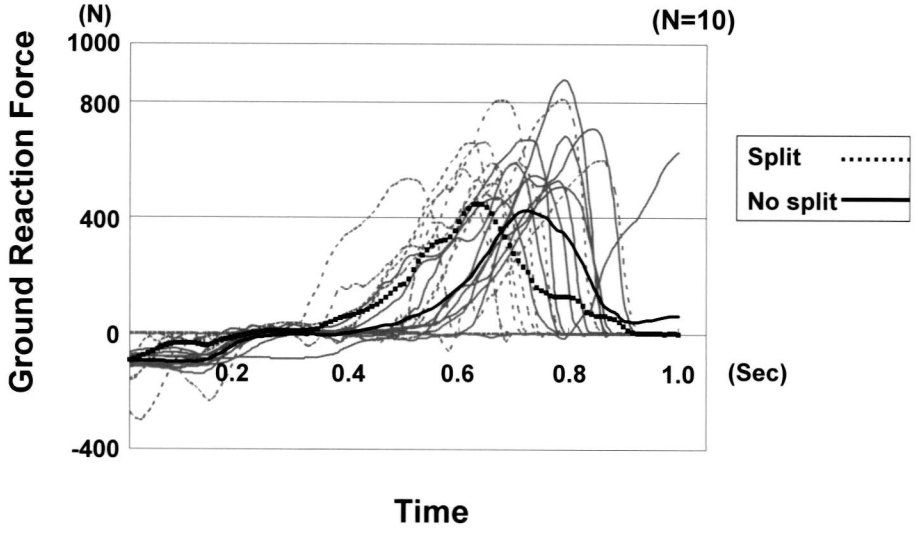


Fig. 2 The ground reaction forces in the progression-side limb with the split step, and without the split step, for all subjects
The thick lines indicate the average over the ten subjects. On the X axis, 0 indicates the time that the direction instructing signal flashes.

than that without the split step.

Discussion

One of the limitations in this study was the fact that the ground reaction force could not be examined bilaterally at the same time because there was only one force plate. However, there was no difference in measurements between the left side and right side, suggesting the results were not influenced by this limitation.

The subjects moved in a lateral direction more quickly with the split step than without the split step. Achieving greater ground reaction force in the initial phase was the key factor for this quicker movement. Weyand et al have reported that the key factor to reach top speed in sprint running was through greater sup-

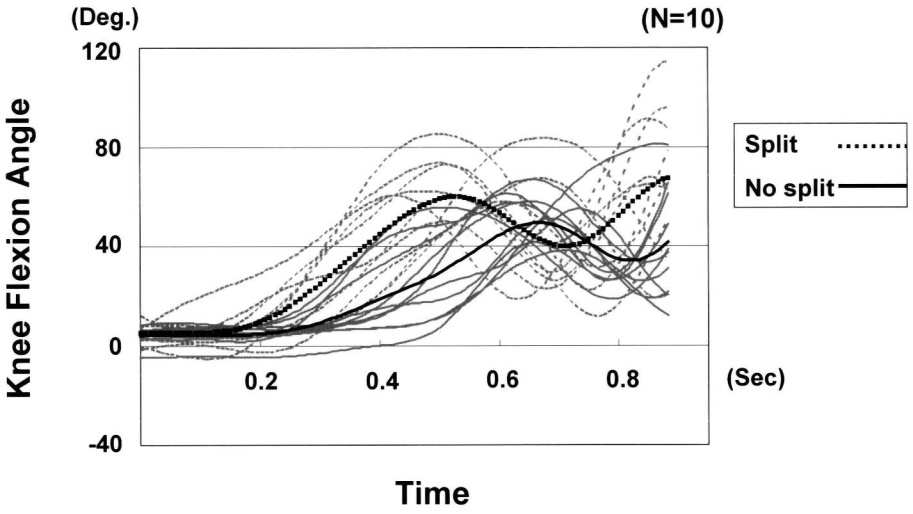


Fig. 3 Changes in the knee flexion angle in the progression-side limb with the split step, and without the split step, for all subjects
The thick lines indicate the average over the ten subjects. On the X axis, 0 indicates the time that the direction instructing signal flashes.

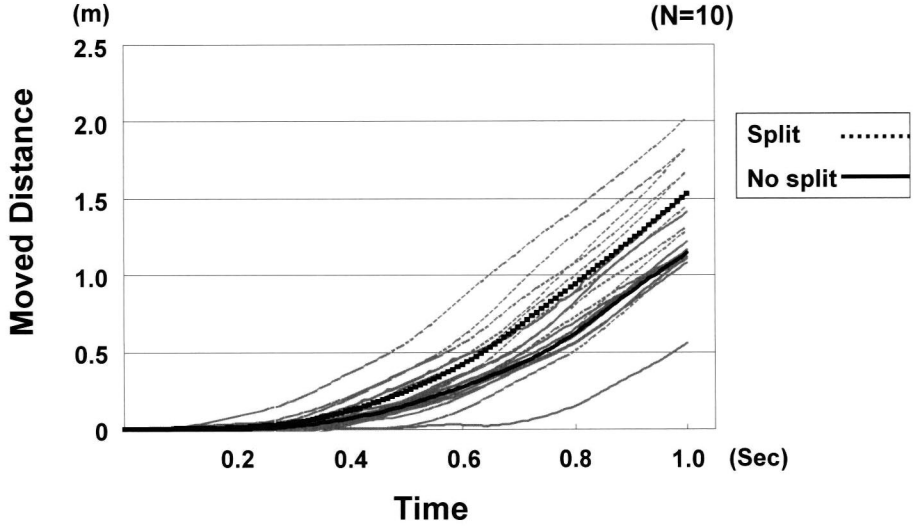


Fig. 4 The distance that the marker on the sacrum moved in 1 second with the split step, and without the split step, for all subjects
The thick lines indicate the average over the ten subjects. On the X axis, 0 indicates the time that the direction instructing signal flashes.

port forces to the ground rather than through preparation in the air[7]. They also mentioned that the ground reaction force in the vertical direction (Z component) was more important than the ground reaction force in the direction of the progression (Y component) which was analyzed in this study. However, their analysis was concerned with the acceleration phase to top speed rather than the initial phase of movement as in our study. The ground reaction force in the direction of the progression (Y component) effects the initial move-

ment to the lateral side more greatly than the force in the vertical direction (Z component). Therefore, we evaluated the Y-component. Changes in knee flexion with the split step may explain why earlier and deeper flexion in the knee joint due to the gravitational force leads to faster lateral movement.

Some subjects already started out-toeing in the air. This may be one of the factors which lead to lateral quick footwork. Starting to out-toe in the air as a preparative motion to have rapid movement has also been reported in an analysis which used video of a professional tennis game[8].

We found that the timing to make the split step was important to create quick lateral footwork. Among the subjects who already initiated out-toeing in the air, the one who landed earliest achieved the greatest moved distance. In other words, to perform out-toeing and landing as quickly as possible appeared to be important to make effective preparation. There were only a few subjects in this study. However, results indicated that there was some proper timing to perform the split step.

On the contralateral side, no significant differences were found in the time to reach the maximal ground reaction force in the direction of the progression, and in the times to reach the maximal knee flexion angle (Table 2). Furthermore, on the progression side, the differences between with the split step and without the split step showed greater trends than on the contralateral side (Table 1 and Table 2). The effect of the split step influenced the limb on the progression side greater than the limb on the contralateral side to the progression.

Conclusion

The present study has examined the lateral movement of skilled tennis players between the motion with a split step and the motion without a split step, and has determined the effectiveness of the split step. These results indicated that lateral movement with a split step was faster than that without a split step. Earlier acquirement of maximal ground reaction force and maximum knee flexion supported faster lateral movement. Furthermore, the split step effected the limb on the progression side greater than the limb on the contralateral side.

Acknowledgement: The authors thank Tsuyoshi Takeda, M. D., Toru Suzuki, M. S., Kazuhiko Udagawa, B. S. and Yuki Kitta, B. S., for kind advice.

References

1) Elliott B et al : Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. J Sci Med Sport, 6 : 76-87, 2003.
2) Fleisig G et al : Kinematics used by world class tennis players to produce high-velocity serves. Sports Biomech, 2 : 51-64, 2003.
3) Blackwell JR et al : Wrist kinematics differ in expert and novice tennis players performing the backhand stroke : implications for tennis elbow. J Biomech, 27 : 509-516, 1994.
4) Roetert EP et al : The biomechanics of tennis elbow. An integrated approach. Clin Sports Med, 14 : 47-57, 1995.
5) Chow JW et al : Movement characteristics of the tennis volley. Med Sci Sports Exerc, 31 : 855-863, 1999.
6) Nagura T et al : Mechanical loads at the knee joint during deep flexion. J Orthop Res, 20 : 881-886, 2002.
7) Weyand PG et al : Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. J Appl Physiol, 89 : 1991-1999, 2000.
8) Roetert EP et al : Biomechanics of movement in tennis. Retrieved 20 Jan, 1999, from http : // www.coachesinfo.com/category/tennis/207/

Japanese Journal of ORTHOPAEDIC SPORTS MEDICINE

会則 ……89
名誉会員・特別会員，理事，監事，評議員名簿 …94
各種委員会 ……95
学会開催のお知らせ ……96

日本整形外科スポーツ医学会

日本整形外科スポーツ医学会会則

第1章　総　　則

第1条　名称

本会の名称は，日本整形外科スポーツ医学会(The Japanese Orthopaedic Society for Sports Medicine) 略称，JOSSMという

以下，本会という

第2条　事務局

本会の事務局は，理事会の議により定めた場所に置く

第2章　目的および事業

第3条　目的

本会は，整形外科領域におけるスポーツ医学並びにスポーツ外傷と障害の研究の進歩・発展を目的とし，スポーツ医学の向上とスポーツの発展に寄与する

第4条　事業

本会は，第3条の目的達成のために次の事業を行なう

1) 学術集会の開催
2) 機関誌「日本整形外科スポーツ医学会雑誌」(Japanese Journal of Orthopaedic Sports Medicine)の編集・発行
3) 内外の関係学術団体との連絡および提携
4) その他，前条の目的を達成するに必要な事業

第3章　会　　員

第5条　会員の種類

本会の会員は，次のとおりとする

1) 正 会 員　本会の目的に賛同し，所定の登録手続きを行なった医師
2) 準 会 員　本会の目的に賛同し，所定の登録手続きを行なった正会員以外の個人
3) 特別会員　現在および将来にわたり本会の発展に寄与する外国人医師
4) 名誉会員　本会の発展のために，顕著な貢献をした正会員および外国の医師のうちから，理事長が理事会および評議員会の議を経て推薦する者
5) 賛助会員　本会の目的に賛同し，所定の手続きを行なった個人または団体
6) 臨時会員　上記1～4の会員ではなく，本会の学術集会に出席し，会場費を支払った個人または団体

会員期間は，その学術集会の期間とするが，そこで発表した内容を機関誌に投稿する場合は共著者となることができる

第6条　入会

本会の正会員，準会員または賛助会員として入会を希望するものは，所定の用紙に記入の上，会費をそえて，本会事務局に申し込むものとする

入会資格は別に定める

但し，特別会員および名誉会員に推薦された者は，入会の手続きを要せず，本人の承諾をもって，会員となりかつ会費を納めることを要しない

第7条　退会

1）会員が退会しようとするときは，本会事務局に届けなければならない

2）会費を2年以上滞納した場合には，退会したものとみなす

第8条　除名

本会の名誉を傷つけ，また本会の目的に反する行為のあった場合，理事会は会員を除名することができる

第4章　役員，評議員

第9条　役員

本会には，次の役員を置く

1）理　事　10名以上15名以内（うち理事長1名，常任理事1名）

2）監　事　2名

第10条　役員の選出

1）理事および監事は，別に定めるところにより評議員の中から選出し，総会の承認を要する

2）理事長は，理事会において理事の互選により選出する

3）常任理事は理事長の指名により理事会において決定する

第11条　役員の業務

1）理事長は，会務を統括し本会を代表する

2）理事は，理事会を組織し重要事項を審議，決定する

3）常任理事は，理事長を補佐するほか，事務局を統括し常務を処理する

4）監事は，本会の会計および会務を監査する

第12条　役員の任期

役員の任期は1期2年とし，再任は妨げない

但し，連続して2期4年を超えることはできない

第13条　評議員

1）本会には150名以上200名以内の評議員を置く

2）評議員は正会員の中から選出する

3）評議員は評議員会を組織して，本会役員の選出を行なうほか，理事会に助言する

4）評議員の任期は3年とし，再任は妨げない

第5章　委員会

第14条　委員会

1）理事会は必要に応じて，委員会を設けることができる

2）本会は，常置の委員会のほか，必要と認めたときは特別委員会を置くことができる

3）委員会委員は，理事長が評議員の中から選定し，これを委嘱する

4）理事長は委員長の要請により理事会の議を経て，委員会にアドバイザーを置くことができる

第6章　会　　議

第15条　理事会

1）理事会は理事長がこれを召集し，主宰する

2）会長は理事会に出席できる

第16条　総会および評議員会

1）総会は正会員および準会員をもって組織する

2）総会および評議員会は，それぞれ年1回学術集会開催中に開催する

3）総会および評議員会の議長は，理事長または，理事長の指名した者とする

4）臨時総会および臨時評議員会は必要に応じて，理事長がこれを召集できる

第7章　学術集会

第17条　学術集会

1）学術集会は年1回開催し，会長がこれを主宰する

2）会長，次期会長は理事会の推薦により，評議員会および総会の承認を経て決定する

3）学術集会での発表の主演者および共同演者は，原則として本会の会員に限る

第8章　会費および会計

第18条　正会員，準会員および賛助会員の年会費は別に定める

第19条　本会の経費は会費，および寄付金その他をもってこれに当てる

第20条　本会の目的に賛同する個人および団体から寄付金を受けることができる

第21条　本会の収支予算および決算は理事会の決議を経て評議員会，総会の承認を得なければならない

第22条　既納の会費は，これを返還しない

第23条　本会の会計年度は，4月1日に始まり，翌年の3月31日に終わる

第9章　附　　則

第24条　本会則の改正は，評議員会において，出席者の過半数以上の同意を必要とし，総会の承認を要する

当分の間，本会の事務局は名古屋市天白区音聞山1013
有限会社ヒズ・ブレイン内に置く

附　記　本会則は，昭和57年6月5日から施行する
本改正会則は，昭和63年4月1日から施行する
本改正会則は，平成4年6月1日から施行する
本改正会則は，平成6年6月17日から施行する
本改正会則は，平成9年5月17日から施行する
本改正会則は，平成10年9月12日から施行する
本改正会則は，平成12年5月20日から施行する
本改正会則は，平成15年7月19日から施行する

日本整形外科スポーツ医学会
入会資格および年会費に関する細則

第１条　日本整形外科スポーツ医学会会則第６条ならびに第18条によりこの細則を定める

（入会資格および手続き）

第２条　正会員になろうとする者は，下記の事項を具備することを要する
1）日本国の医籍登録番号を有すること
2）所定の入会申込書に所要事項を記載し，署名して学会事務局へ提出すること
3）評議員１名の推薦を得ること

第３条　準会員になろうとする者は，下記の事項を具備することを要する
1）所定の入会申込書に所要事項を記載し，署名して学会事務局へ提出すること
2）評議員２名の推薦を得ること

第４条　賛助会員になろうとする者は，下記の事項を具備することを要する
1）所定の入会申込書に所要事項を記載し，署名押印して学会事務局へ提出すること
2）評議員２名の推薦を得ること

（入会の承認）

第５条　第２条，第３条ならびに第４条による所定の手続きを行なったものは，理事会の審議を経て入会の可否が決定される

（会費の納入）

第６条　入会の許可を受けた者は直ちに当該年度の年会費を納入しなければならない

第７条　年会費は，下記の通りとする
正会員：12,000円，準会員：6,000円，賛助会員：50,000円以上

第８条　会費は，当該年度に全額を納入しなければならない

（会員の権利および義務）

第９条　正会員は下記の権利および義務を有する
（権利）
1）本学会が刊行する機関誌および図書等の優先的頒布を受けること
2）総会，学術集会，その他本学会が行なう事業への参加ができること
3）機関誌への投稿，および学術集会への出題・応募ができること
4）その他本学会の会則および細則に定められた事項
（義務）
1）会費を納入すること
2）総会の議決を尊重すること
3）住所，氏名，学会機関誌送付先等に変更のある場合は速やかに事務局へ届出ること

第10条　準会員は下記の権利および義務を有する

（権利）

1）本学会が刊行する機関誌および図書等の優先的頒布を受けること

2）総会，学術集会への参加ができること

3）機関誌への投稿，および学術集会への出題・応募ができること

4）準会員は役員・評議員等の選挙権および被選挙権を有しない

（義務）

1）会費を納入すること

2）総会の議決を尊重すること

3）住所，氏名，学会機関誌送付先等に変更のある場合は速やかに事務局へ届出ること

第11条　賛助会員は下記の権利および義務を有する

（権利）

1）本学会が刊行する機関誌および図書等の優先的頒布を受けること

2）学術集会への参加ができること

3）賛助会員は総会での議決権，役員・評議員等の選挙権および被選挙権を有しない

（義務）

1）会費を納入すること

2）総会の議決を尊重すること

3）住所，氏名，学会機関誌送付先等に変更のある場合は速やかに事務局へ届出ること

附　則　1　この細則の変更は理事会で行ない，評議員会，総会の承認を要する

2　この細則は平成12年5月20日から施行する

名誉会員・特別会員

青木　虎吉	赤松　功也	東　博彦	阿曽沼　要	井形　高明	生田　義和
石井　清一	今井　望	今給黎篤弘	腰野　富久	榊田喜三郎	白井　康正
高岸　直人	田島　寶	田島　直也	鞆田　幸徳	鳥山　貞宜	中嶋　寛之
丹羽　滋郎	林　浩一郎	原田　征行	圓尾　宗司	三浦　隆行	茂手木三男
山本　博司	渡辺　好博				
Bernard R. Cahill	Wolf-Dieter Montag		W. Pforringer	George A. Snook	

（＊アンダーライン：新名誉会員）

理　事

◎青木　治人	岩本　幸英	越智　光夫	黒坂　昌弘	黒澤　尚	高岸　憲二
高倉　義典	竹田　毅	浜田　良機	福林　徹	藤澤　幸三	武藤　芳照
○安田　和則	龍　順之助				

◎理事長　○常任理事

監　事

霜　礼次郎　　松井　宣夫

評議員

青木　治人	青木　喜満	麻生　邦一	阿部　均	阿部　宗昭	天野　正文
雨宮　雷太	有馬　亨	池田　浩	一戸　貞文	井手　淳二	井樋　栄二
伊藤　博元	伊藤　恵康	井上　雅之	今井　立史	入江　一憲	岩本　英明
岩本　幸英	上崎　典雄	内尾　祐司	内田　淳正	内山　英司	大久保　衛
大越　康充	太田　美穂	大塚　隆信	大槻　伸吾	大野　和則	大場　俊二
大庭　英雄	大森　豪	岡崎　壮之	岡田知佐子	岡村　良久	奥脇　透
越智　隆弘	越智　光夫	柏口　新二	片岡　洋一	加藤　公	加藤　哲也
金谷　文則	金岡　恒治	河合　伸也	川上　照彦	川口　宗義	喜久生明男
菊地　臣一	北岡　克彦	城所　靖郎	木下　光雄	木村　雅史	久保　俊一
栗山　節郎	黒坂　昌弘	黒澤　尚	古賀　良生	小林　保一	小林　良充
斎藤　明義	齋藤　知行	西良　浩一	酒井　直隆	酒井　宏哉	阪本　桂造
桜庭　景植	佐々木良介	鮫島　康仁	史野　根生	四宮　謙一	清水　克時
清水　卓也	霜　礼次郎	下條　仁士	進藤　裕幸	須川　勲	菅原　誠
杉田　健彦	杉本　勝正	勝呂　徹	鈴木　英一	高尾　良英	高木　克公
高岸　憲二	高倉　義典	高杉紳一郎	高原　政利	高良　宏明	瀧川宗一郎
竹内　良平	竹下　満	竹田　毅	竹田　秀明	立入　克敏	立花　陽明
田中　寿一	谷　俊一	田渕　健一	帖佐　悦男	月坂　和宏	辻野　昭人
土屋　明弘	土谷　一晃	土屋　正光	筒井　廣明	津村　暢宏	豊島　良太
藤　哲	遠山　晴一	戸松　泰介	富田　勝郎	鳥居　俊	中川　泰彰
中島　育昌	永田　見生	中村　孝志	中村　豊	中山正一郎	中山　義人
成田　哲也	成田　寛志	仁賀　定雄	乗松　敏晴	乗松　尋道	馬場　久敏
濱　弘道	浜田　良機	原　邦夫	樋口　潤一	平岡　久忠	平澤　泰介

福林　徹	藤井　康成	冨士川恭輔	藤澤　幸三	古府　照男	古谷　正博
別府　諸兄	星川　吉光	堀川　哲男	堀部　秀二	本庄　宏司	増島　篤
松井　宣夫	松末　吉隆	松本　秀男	松本　学	三浦　裕正	三木　英之
水田　博志	三橋　成行	宮川　俊平	宮永　豊	武藤　芳照	宗田　大
村上　元庸	森　雄二郎	森川　嗣夫	守屋　秀繁	安井　夏生	安田　和則
山賀　寛	山岸　恒雄	山下　敏彦	山田　均	山村　俊昭	山本　謙吾
山本　晴康	柚木　脩	横江　清司	吉田　宗人	吉矢　晋一	米延　策雄
龍　順之助	若野　紘一	和田　佑一	渡辺　幹彦	渡會　公治	

（179名；敬称略，50音順　＊アンダーライン：新評議員）

各種委員会（2005年度）

◎担当理事　○委員長　●アドバイザー

編集委員会

◎竹田　毅	井樋　栄二	内尾　祐司	大森　豪	岡村　良久	齋籐　知行
成田　寛志	堀部　秀二	松本　秀男	○宗田　大	安井　夏生	山本　晴康

学術検討委員会

◎福林　徹	○史野　根生	清水　卓也	高杉紳一郎	瀧川宗一郎	藤　哲
宮川　俊平					

広報委員会

◎藤澤　幸三	●田中　寿一	今井　立史	大塚　隆信	川上　照彦	○酒井　宏哉
筒井　廣明	中山正一郎				

国際委員会

◎黒坂　昌弘	◎越智　光夫	内尾　祐司	高原　政利	帖佐　悦男	月坂　和宏
○別府　諸兄	和田　佑一				

教育研修委員会

◎武藤　芳照	大久保　衛	太田　美穂	岡崎　壮之	柏口　新二	栗山　節郎
水田　博志	山田　均	柚木　脩			

社会保険委員会

◎龍　順之助	●田島　寶	伊藤　博元	古賀　良生	斎藤　明義	立入　克敏
○土屋　正光	戸松　泰介	古谷　正博	増島　篤		

メンバーシップ委員会

◎黒澤　尚	○伊藤　恵康	大越　康充	奥脇　透	仁賀　定雄	山本　謙吾
横江　清司					

会則等検討委員会

◎高岸　憲二	麻生　邦一	大森　豪	勝呂　徹	中島　育晶	星川　吉光
○吉矢　晋一					

学会開催のお知らせ

第16回日本臨床スポーツ医学会学術集会

下記の要領にて開催いたします．ご多用中のこととは存じますが，万障お繰り合わせの上，多数の皆様にご参加いただけますようお願い申し上げます．

会　期：2005年(平成17年) 11月5日(土)・6日(日)
会　場：高輪プリンスホテル
〒108-8612　東京都港区高輪3-13-1
TEL 03-3447-1111

連絡先：昭和大学医学部整形外科学教室内　阪本教授室
〒142-8666　東京都品川区旗の台1-5-8
TEL 03-3784-8697/FAX 03-3784-0788
E-mail a.sayako@med.showa-u.ac.jp

第16回日本臨床スポーツ医学会
会長　阪本　桂造
(昭和大学医学部整形外科学教室)

JAPANESE JOURNAL OF ORTHOPAEDIC SPORTS MEDICINE
2005・VOL.24 NO.4

CHIEF EDITOR
TAKESHI MUNETA,M.D.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

EIJI ITOI,M.D.
GO OMORI,M.D.
TOMOYUKI SAITO,M.D.
SHUJI HORIBE,M.D.
NATSUO YASUI,M.D.
YUJI UCHIO,M.D.
YOSHIHISA OKAMURA,M.D.
HIROSHI NARITA,M.D.
HIDEO MATSUMOTO,M.D.
HARUYASU YAMAMOTO,M.D.

THE JAPANESE ORTHOPAEDIC SOCIETY FOR SPORTS MEDICINE
℅ His Brains, Inc. 1013 Otokiyama, Tempaku-ku, Nagoya, 468-0063, JAPAN

「日本整形外科スポーツ医学会雑誌」VOL.24 NO.4

2005年7月31日　発　行
発　行／日本整形外科スポーツ医学会

THE JAPANESE ORTHOPAEDIC SOCIETY FOR SPORTS MEDICINE

日本整形外科スポーツ医学会

事務局：〒468−0063 名古屋市天白区音聞山1013 有限会社 ヒズ・ブレイン内 TEL 052−836−3511/FAX 052−836−3510
E-mail info@jossm.gr.jp URL http://www.jossm.gr.jp/

編集室：〒106−0046 東京都港区元麻布3−1−38−4B 有限会社 ヒズ・ブレイン 東京オフィス内 TEL 03−3401−6511/FAX 03−3401−6526