

# スポーツ障害を診る！ スポーツリハビリテーションに活用する超音波診断

Examination of Sports Injuries – Ultrasonography Utilized in Sports Rehabilitation –

山本 喜美夫<sup>1)</sup> Kimio Yamamoto  
大内 洋<sup>3)</sup> Hiroshi Ohuchi

村永 信吾<sup>2)</sup> Shingo Muranaga

<sup>1)</sup>亀田総合病院 リハビリテーション室

<sup>2)</sup>亀田メディカルセンター リハビリテーション事業管理部

<sup>3)</sup>亀田メディカルセンター スポーツ整形外科

超音波診断は非侵襲的に動的機能評価が可能である。その機能は、スポーツリハビリテーション分野において、治療概念の一つである関節の可動性(mobility)と安定性(stability)を評価できるという点で非常に有用である。ここでは、当院リハビリテーション診療における超音波診断の活用法について紹介する。

Ultrasonography is a non-invasive method useful in evaluating dynamic functions. It is of great use in the field of sports rehabilitation by evaluating the mobility and stability of the joints. In this article we will introduce how we make use of ultrasonography in performing rehabilitation.

**Key Words:** Ultrasonography, Sports, Rehabilitation, Mobility, Stability

## 1. はじめに

超音波診断では、非侵襲的に靭帯、筋、腱などの軟部組織の動的機能評価が可能である。近年では、スポーツ選手にも多い、慢性炎症に伴った石灰化病変に対する治療への応用や関節における損傷軟骨の厚みの測定にも有用であることが共著者により示されている<sup>1)2)</sup>。これらのことから、スポーツリハビリテーションの分野において超音波診断は欠かせないものとなっている。

ここでは、スポーツリハビリテーションの治療戦略と治療効果判定を目的とした超音波診断の活用法について紹介する。

## 2. スポーツリハビリテーションにおける治療戦略

筋損傷や靭帯損傷など軟部組織損傷を扱うスポーツリハビリテーションの治療戦略では、病理運動学モデル(pathokinesiologic model)と運動病理学モデル(kinesiopathologic model)の両者の視点が必要である<sup>3)</sup>。

病理運動学モデルとは、病態が運動に与える影響を考察するモデルである。診察では、自動運動検査、他動運動検査、等尺性抵抗運動検査の結果から、収縮性組織と非収縮性組織の

問題に鑑別し、組織の走行に沿った触診、ストレス検査を加えて、問題組織の同定と病態に伴う運動制限を評価する<sup>4)5)</sup>。

運動病理学モデルとは、運動そのものが病態や症状に与える影響を考察するモデルである。診察では運動観察を行い、特定方向への運動の起こりやすさ(directional susceptibility to movement; DSM)を捉え、病態や症状との関連性を評価する<sup>3)</sup>。

投球肩や水泳肩のように、運動習慣や反復動作に伴う筋骨格系障害の治療では、病態や症状に関連するDSMを修正し再発予防を図ることが重視される<sup>3)6)</sup>。

当院では、病態や症状に関連するDSMの修正を図るために、可動性(mobility)と安定性(stability)の関節機能を高めるプログラムを取り入れている。次に、MobilityとStabilityの評価と治療および超音波診断装置の使用経験について報告する。

## 3. Mobilityの評価と治療

Mobilityの評価の基本は、骨運動に伴う関節内運動の把握

である。骨運動とは、屈曲-伸展、外転-内転などの用語で表現される。関節内運動とは、骨運動に伴う関節面上の運動であり、転がり、滑り、回転などの用語で表現される<sup>5)6)</sup>。関節は凹面と凸面で構成されており、骨運動に伴う関節内運動では凹凸の法則が成立する(図1)<sup>7)</sup>。凹凸の法則とは、凹面に対して凸面が動くとき骨運動と反対側に関節内運動がみられ、凸面に対して凹面が動くとき骨運動と同一方向に関節内運動がみられる現象である。

ここで着目すべき点は、瞬間における回旋の中心点(instantaneous center of rotation; ICR)が凸面内に存在し、正常では凹凸の法則に従って移動することである(図2)<sup>8)9)</sup>。このICRの軌跡(path of instantaneous center of rotation; PICR)は、Mobilityの治療の指標となる<sup>8)</sup>。PICRの異常が病態に発展する要因であるとの報告もあり、正常なPICRの獲得がMobilityの治療目標と考えられる<sup>9)</sup>。そこで、PICRの低可動性(hypo-mobility)、PICRの過剰可動性(hyper-mobility)を検出し治療を行う(図3、図4)<sup>9)10)</sup>。

Hypo-mobilityの治療目標は、滑り、転がり、回転などの関節内運動の再獲得であり、代表的な治療手段としてjoint mobilization手技などが行われる<sup>7)11)</sup>。Hyper-mobilityの治療目標は、PICRの制御であり、テーピングや装具による固定のほか、DYJOCトレーニング(dynamic joint control training)などの治療手段が行われる<sup>12)</sup>。

ここでは、近位橈尺関節のHypo-mobilityの治療例について紹介する。近位橈尺関節の超音波走査は、背側より橈骨頭

と尺骨にプローブをあてることで、橈骨頭、輪状靭帯、尺骨の関節構成組織を確認できる。近位橈尺関節の関節内運動は、前腕回内、回外運動に伴い橈骨頭が同側方向に軸回転すると同時に、回外運動に伴う橈骨頭の腹側滑り、回内運動に伴う橈骨頭の背側滑りがみられる。図5は、回外運動制限がある近位橈尺関節のHypo-mobilityに対して橈骨頭の腹側滑りのjoint mobilization手技を行い、橈骨頭の軸回転運動の改善と回外可動域の改善がみられた例である(図5)。

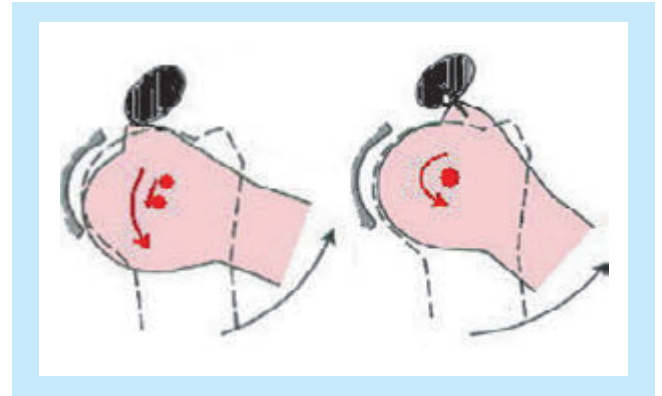


図3：肩甲上腕関節におけるPICR(文献10より再描写)  
左：PICR正常の動き。右：PICR低下。  
凹凸の法則による滑り運動がみられず、インピンジを生じている。

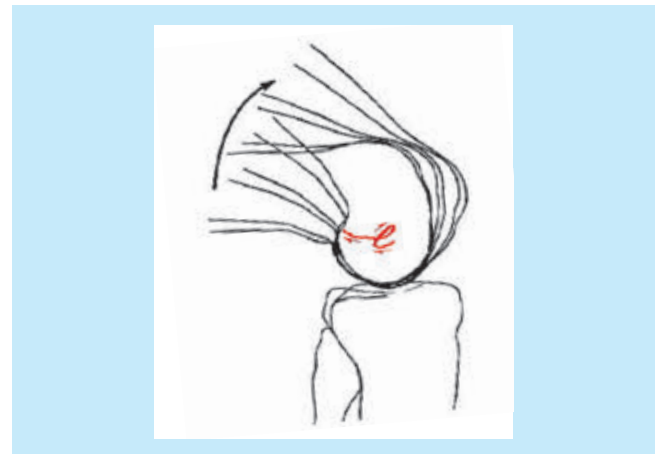


図4：膝半月板にバケツ柄断裂のある35歳男性のPICR(文献9より再描写)

PICRの不規則性がみられる。

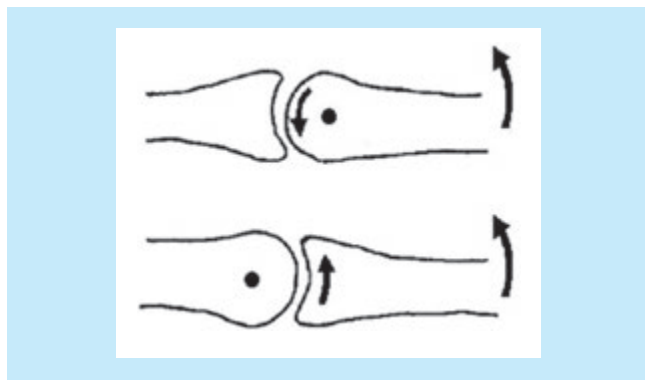


図1：凹凸の法則(文献7より再描写)

凹面に対して凸面が動くとき、骨運動と反対側に関節内運動がみられる。凸面に対して凹面が動くとき、骨運動と同側に関節内運動がみられる。

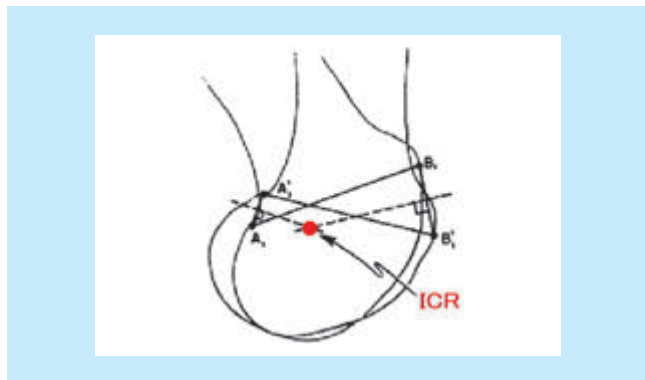


図2：ICRの計測方法(文献9より再描写)

2つの指標を置き、関節運動前後の点を結び垂直二等分線の交点(ICR)となる。

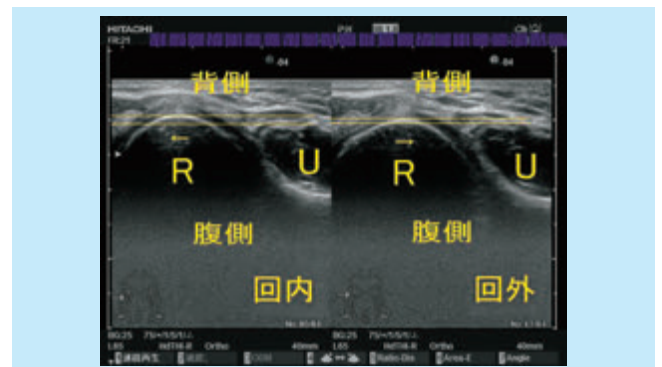


図5：右前腕回外運動の可動域制限がみられた29歳男性

左：回内、右：回外、R：橈骨頭、U：尺骨  
近位橈尺関節のjoint mobilization手技後。橈骨頭の軸回転運動と腹側滑りの改善がみられる。

## 4. Stabilityの評価と治療

Stabilityの評価の基本は、骨適合性と靭帯による静的安定性(受動系)、筋活動による動的安定性(能動系)、情報入力から筋出力までの運動制御機構(制御系)の3つの系を評価することである(図6)<sup>13)</sup>。この評価概念は各関節に応用可能である。

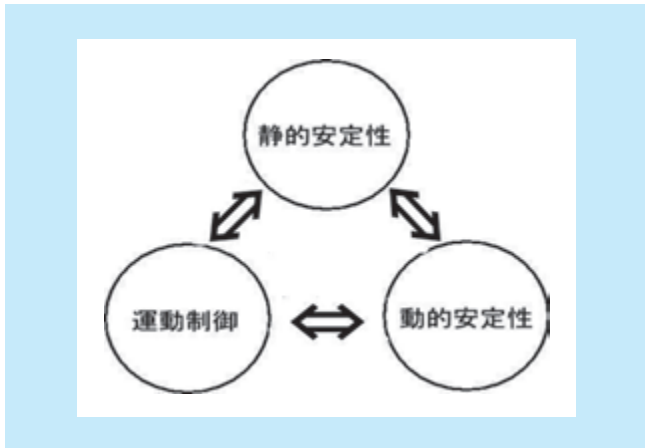


図6：安定性モデル(文献13より再描写)

Stabilityを高めることは、障害予防やパフォーマンス向上に繋がる<sup>14)</sup>。静的安定性、動的安定性、運動制御機構のすべてが治療対象となるが、静的安定性に関しては手術療法や装具療法の適応となるため、リハビリテーション分野では、動的安定性、運動制御機構を治療対象としている<sup>15)</sup>。動的安定性の強化に関しては、Core training、Cuff-Y exerciseなどの深部筋トレーニングが代表的な治療手段である<sup>16)17)</sup>。また、運動制御機構の強化に関しては、フィードバックによる運動学習などが治療手段として挙げられる<sup>18)</sup>。

超音波診断を活用した当院における体幹筋トレーニング方法について紹介する。体幹のStabilityは腹腔内圧が重要であり、腹腔の周囲組織をひとつの箱として捉えるモデルが活用される(図7)<sup>19)</sup>。特に腹腔内圧に影響を及ぼす腹横筋に着目する。

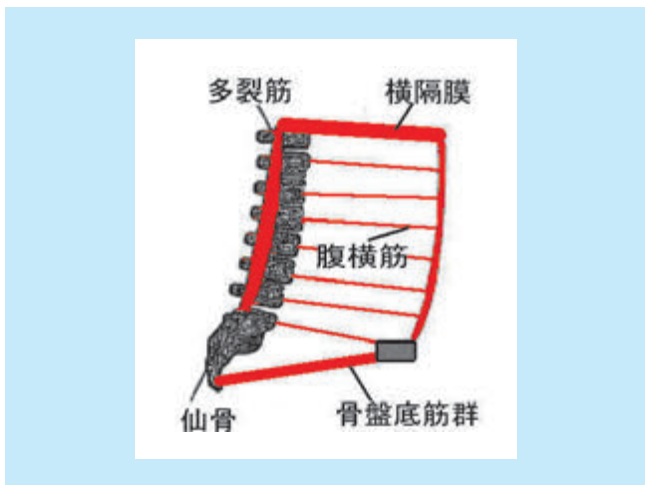


図7：インナーユニット(文献19より再描写)

腹腔は腹横筋、多裂筋、骨盤底筋群、横隔膜により囲まれている。これらの筋が働くことで腹腔内圧が高まる。

腹横筋トレーニングは、随意収縮(stage I)、腹直筋や広背筋などの表在筋との同時収縮(stage II)、随意収縮下での脊椎運動(stage III)、随意収縮下での四肢高速度運動(stage IV)の4段階に段階づけられる(図8)<sup>16)19)</sup>。腹横筋トレーニング導入時(stage I)は、「息を吐きながら臍部をゆっくりと凹ませる」ことに意識させ、超音波診断を用いてトレーニングの治療効果判定を行う(図9)。腹横筋は上前腸骨棘の約2cm内側で筋の緊張を触知することができ、触診によるフィードバックも同時に行う。



図8：当院における腹横筋の段階的トレーニング



図9：腹横筋トレーニングにおけるフィードバックの光景

プローブは肋骨弓外側下縁と腸骨稜の中間部で腹部の前側壁にあてる。

腹横筋の超音波走査は、肋骨弓外側下縁と腸骨稜の中間部で腹部の前側壁にプローブをあてる。表層から腹腔までの間に、皮下組織、外腹斜筋、内腹斜筋、腹横筋が上層から順に

描出される(図10)<sup>16)</sup>。超音波診断のElastography機能は隣接組織間での相対的弾性を測定することが可能であり、内腹斜筋、腹横筋、腹腔にターゲットを合わせて反復圧迫を加えることで腹横筋の収縮を確認することができ、腹横筋トレーニングの治療効果判定ができる(図11)。

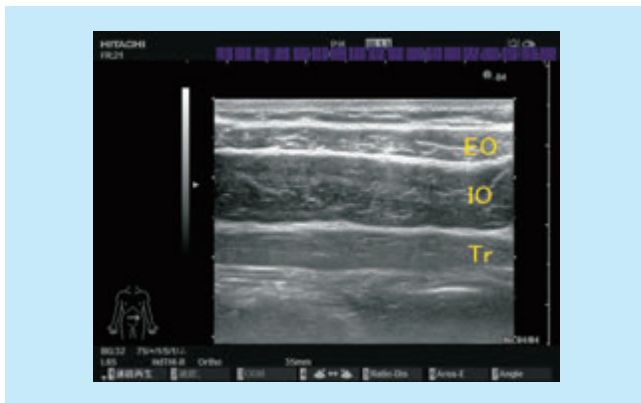


図10：腹横筋収縮時の超音波診断  
上層から外腹斜筋(EO)、内腹斜筋(IO)、腹横筋(Tr)が描出される。

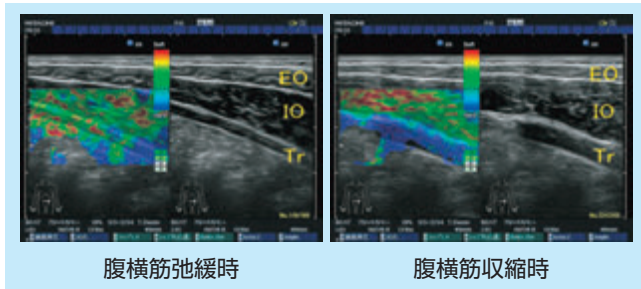


図11：Elastography機能による腹横筋収縮の確認  
外腹斜筋(EO)、内腹斜筋(IO)、腹横筋(Tr)の相対的弾性により腹横筋収縮を確認できる。

## 5. おわりに

スポーツリハビリテーションの治療戦略では、病理運動学モデルと運動病理学モデルの両者の視点が重要であり、損傷組織の回復に応じた機能強化練習に加え、病態や症状に関連するDSMの修正が行われる。ここでは、MobilityとStabilityの機能に着目した治療と超音波診断を用いた治療効果判定の方法を紹介した。

スポーツリハビリテーションにおける今後の課題は、パフォーマンスを維持するための予防的介入である。フィールドでリアルタイムに活用できる超音波診断をメディカルチェックに導入することで、スポーツ障害に発展する因子を早期に発見できる可能性がある。今後は予防医学としての超音波診断の活用が期待される。

## 参考文献

1) 大内 洋, ほか: 超音波下石灰沈着性中殿筋腱炎穿刺術－手技及び2症例の検討－, 日本整形外科超音波研究会誌, 18(1) : 14-18, 2006.

2) 大内 洋, ほか: 膝モザイクプラスチック後のエコー像の検討, 日本整形外科超音波研究会誌, 17(1) : 14-20, 2005.

3) Sahrman S : Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes, Mosby, 2002.

4) Cyriax J : Textbook of orthopedic medicine, Vol 1, Diagnosis of soft tissue lesion, Baillire Tindall, London, 1984.

5) Magee D : Orthopedic physical assessment, 4th ed, 1-66, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 2002.

6) Kisner C, et al. : Therapeutic exercise - foundations and techniques, 3rd ed, 1-23, F. A. Davis Company, Philadelphia, 1996.

7) Kaltenborn F, et al. : Manual mobilization of the extremity joints – basic examination and treatment techniques, 4th ed : Olaf Norlis Bokhandel, Norway, 1989.

8) Victor H, et al. : Basic biomechanics of the musculoskeletal system, 3rd ed, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2001.

9) Frankel, et al. : Biomechanics of internal derangement of the knee : pathomechanics as determined by analysis of the instant center of motion, J Bone Joint Surg, 53Am : 945, 1971.

10) Cailliet : Shoulder pain, 3rd ed, F. A. Davis, Philadelphia, 1991.

11) 博田節夫, ほか: 関節運動学的アプローチ AKA, 89-128, 医師薬出版株式会社, 1990.

12) 細田多穂, ほか: 理学療法ハンドブック第2巻 治療アプローチ, 3(2), 223-241, 協同医書出版社, 2000.

13) Panjabi M : The stabilizing system of the spine. part II. Neutral zone and instability hypothesis, Journal of Spinal Disorder 5(4) : 340, 1992.

14) Barr KP, et al. : Lumbar stabilization - core concepts and current literature, Part 1. , Am J Phys Med Rehabil 84(6) : 473-480, 2005.

15) Barr KP, et al. : Lumbar stabilization - core concepts and current literature, Part 2. , Am J Phys Med Rehabil 86(1) : 72-80, 2007.

16) Richardson C, et al. : Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization – a motor control approach for the treatment and prevention of low back pain, 2nd ed : 31-57, Churchill Livingstone, 2004.

17) 山崎勉, ほか: 整形外科理学療法論の理論と技術, 202-251, メジカルビュー社, 1997.

18) Anne, et al. : Motor control - translating research into clinical practice, 3rd ed : Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2006.

19) Lee D, et al. : The pelvic girdle - an approach to the examination and treatment of lumbopelvic-hip region, 3rd ed, Churchill Livingstone, 2004.