

平成 28 年度 SART・TART 地区合同勉強会 骨軟部撮影セミナー 2017

～初学者からベテランまで抑えておきたい四肢撮影技術～

【抄録集】

平成 29 年 10 月掲載

- ①「機能解剖を考える上肢撮影」 上尾中央総合病院 仲西 一真
- ②「誰でも簡単スカイラインビューの実践」 社会医療法人 堀ノ内病院 小池 正行
- ③「大腿骨頸部骨折の撮影・読影ポイント」 深谷赤十字病院 坂本 里紗
～画像から見た撮影ポイントと画像から診た読影ポイント～
- ④「臨床に適した画像処理選択の基本」～四肢撮影を中心に～ 済生会川口総合病院 森 一也

平成 30 年 1 月掲載予定

- ⑤「上腕骨顆上骨折症例における再撮影の検討」 済生会川口総合病院 西田 衣里
- ⑥「外傷診療における救急撮影の基礎」 さいたま赤十字病院 渡部 伸樹
- ⑦「みんなで創ろう、実践的救急撮影法」 上尾中央総合病院 内田 瑛基

平成 30 年 5 月掲載予定

- ⑧「THA 術前計画における股関節 30 度内旋位 PA 撮影の検討」 さいたま赤十字病院 大河原佑司
- ⑨「ACS 患者を対象としたアキレス腱の撮影意義と撮影方法について」 所沢ハートセンター 柴 俊幸
- ⑩「Dual Energy CT を用いた乾癆性関節炎の画像評価」 東京慈恵会医科大学附属病院 宮崎 健吾
- ⑪「日々の撮影に活かしたい骨軟部診断の知識～読影医の視点から～」 埼玉医科大学病院 竹澤 佳由 先生

平成28年度 SART・TART地区合同勉強会
共催：骨軟部診断情報研究会

骨 軟 部

撮影セミナー 2017

～初学者からベテランまで
抑えておきたい四肢撮影技術～

日時 2017年2月18日(土) 9:50～18:30 参加費 2000円 会場 済生会川口総合病院 講堂(B1) 埼玉県川口市西川口5-11-5	セッション1 10:50～11:30 一般演題(各15分) 座長 東京大学病院 田部井 勝行 国立精神・神経医療研究センター病院 稲垣 充 ①「機能解剖を考える ～手関節～」 上尾中央総合病院 仲西 一真 ②「THA術前計画における股関節30度内旋位PA撮影の検討」 さいたま赤十字病院 大河原 佑司 ③「上腕骨顆上骨折症例における再撮影の検討」 埼玉県済生会川口総合病院 西田 衣里 ④「ACS患者を対象としたアキレス腱の撮影意義と撮影方法について」 所沢ハートセンター 柴 俊幸 ⑤「誰でも簡単スカイラインビューの実践」 堀ノ内病院 小池 正行 ⑥「Dual Energy CTを用いた乾癆性関節炎の画像評価」 東京慈恵会医科大学附属病院 宮崎 健吾 セッション2 11:40～12:40 メーカーセッション「ランチョンセミナー(各20分)」 座長 上尾中央総合病院 港口 孝徳 ①「最新画像処理【ダイナミック処理について】」 富士フイルムメディカル株式会社 宮野 武晴 ②「ワイヤレスフラットパネルを用いた 四肢撮影への新しいアプローチ」 株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン社 北中 康友 ③「キヤノンデジタルラジオグラフィ(CDR)シリーズの紹介」 キヤノンライフケアソリューションズ株式会社 伊藤 琢也 特別講演 12:50～13:30 座長 埼玉医科大学病院 高橋 忍 「撮影から考える(診る)疾患、疾患から考える撮影(読影や撮影の工夫・ポイント)」 ①「大腿骨頸部骨折の撮影・読影ポイント」 深谷赤十字病院 坂本 里紗 ②「読影として手疾患を撮る(診る)」 船橋市立医療センター 石塚 剛一 セッション3 14:00～15:00 救急撮影セッション 座長 済生会川口総合病院 大野 渉 「明日から実践！～救急撮影の基礎を学び、疑問を解消～」 ①「外傷診療における救急撮影の基礎」 さいたま赤十字病院 渡部 伸樹 ②「みんなで創ろう、実践的救急撮影法」 上尾中央総合病院 内田 瑛基 セッション4 15:10～16:00 DRセッション 座長 東海大学医学部付属八王子病院 由地 良太郎 ①「臨床に適した画像処理選択の基本 ～四肢撮影を中心に～」 埼玉県済生会川口総合病院 森 一也 ②「線量指標 EI の基礎知識 ～整形外科領域での活用法～」 埼玉医科大学病院 高橋 利聡 教員講演 16:20～17:20 座長 埼玉医科大学病院 岡本 康正 ①「骨軟部診断情報研究会での症例検討紹介」 昭和大学病院 石田 秀樹 ②「各施設一般撮影領域線量比較の取り組み」 関東労災病院 若林 一成 特別講演 17:30～18:30 「特別講演」 座長 JR東武川口病院 後藤 大作 「日々の撮影に活かしたい骨軟部診断の知識～読影医の視点から～」 埼玉医科大学病院 竹澤 佳由 先生
---	---

※ 駐車場はございませんので公共交通機関をご利用ください

お問い合わせ先
所沢ハートセンター 放射線科
大田 一 郎
04-2940-8611(代)

「機能解剖を考える上肢撮影」

～手関節～

上尾中央総合病院

仲西 一真

1. 機能解剖とは

1-1 はじめに

多くの診療放射線技師にとって、一般撮影は最初に習得する撮影技術ではないだろうか。特に整形領域の一般撮影を正確に撮影するためには、骨構造の位置関係を3次的に理解することが必要である。“3次的に”を考えていくと、屈曲や伸展、回旋、回転により骨構造の位置関係が変化することに気がつき、悩まされる。しかし、この位置関係の変化を理解することこそが、一般撮影を正確に撮影するためのカギとなる。

1-2 一般撮影における機能解剖

機能解剖という言葉の定義は不明確だが、一般撮影において機能解剖を考えるということは、正確な解剖学的正面や側面を撮影するための最適なポジショニングを考えること、又は目的部位をより観察しやすいポジショニングを考えるということになるだろう。

手関節撮影を行う際、図1のポジショニングの様に単にFPDに手関節を置いた状態で撮影すると図2(a)のような画像が得られる。この画像は一見すると問題のない手関節の画像だが、通常は撮影範囲外である近位側まで確認すると橈骨と尺骨が重なっている様子がわかる(図2(b))。



図1 単に手関節を置いたポジショニング



図2 橈骨と尺骨が重なる手関節画像

2. 手関節撮影に必要な機能解剖

2-1-1 前腕の回旋運動

手関節は橈骨と尺骨、8つの手根骨で構成され、掌屈・背屈、橈屈・尺屈の運動を行う。手関節撮影ではこれらの運動に加えて前腕の回旋運動が重要であり、回旋運動は橈骨と尺骨によって行われる運動である。

橈骨と尺骨は肘関節部分で上橈尺関節、手関節部分で下橈尺関節を形成し、さらに上腕骨と腕尺関節、腕橈関節を形成する(図3)。



図3 橈骨と尺骨の関節

腕尺関節は肘関節の屈曲、伸展を行う1軸性の蝶番関節であり、屈曲と伸展以外の方向への可動性はほぼない。一方腕橈関節は球関節であり、腕尺関節と上橈尺関節の動きに同期し広い可動範囲を有する関節である。

つまり尺骨は上腕骨に固定されるような状態であるため、前腕の回旋運動は橈骨が尺骨の周囲をねじれるように回転することになる。

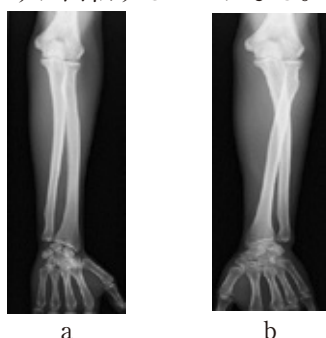


図4 回旋運動の様子

図4 (a) は手背をFPDにつけた状態で、その状態から上腕を動かさずに内旋すると図4 (b) になる。尺骨は位置関係が変化しているものの、回転はしていない。一方、橈骨は約180°回転し尺骨の周囲をねじれるように動いている様子がわかる。

2-1-2 回旋運動による画像の変化

図5は回旋運動による手関節部での橈骨と尺骨の画像変化を見比べたものである。図5 (a) は回旋運動がないポジショニングで撮影した画像、図5 (b) は図1のポジショニングで撮影した場合の画像であるが、図5 (b) では尺骨長が僅かながら長く描出されている様子が分かる。この画像がもとに、尺骨突き上げ症候群と誤診を招く可能性も否定はできない。また、図5 (b) では、尺骨茎状突起の描出も重なりが見られ、検査の再現性を担保することも難しい。



図5 尺骨描出の変化

尺骨突き上げ症候群

外傷や加齢、先天性に尺骨長が長くなる疾患
手関節尺側部痛や TFCC 損傷が生じる

三角線維軟骨複合体 (TFCC)

- ・ 尺骨三角靱帯 ・ 尺骨月状骨靱帯
- ・ 掌側橈尺靱帯 ・ 背側橈尺靱帯
- ・ 関節円盤 ・ 尺側側副靱帯
- ・ 三角靱帯

2-2-1 掌屈・背屈と橈屈・尺屈

手根骨は遠位手根列と近位手根列で構成され (表1)、遠位手根列と近位手根列は9つの関節面からなり、これらの関節を総称して手根中央関節という。

- 1) 舟状骨・大菱形骨・小菱形骨関節
- 2) 舟状骨・有頭骨関節
- 3) 有頭骨・小菱形骨関節
- 4) 有鉤骨・有頭骨関節
- 5) 舟状骨・月状骨関節
- 6) 月状骨・有頭骨関節
- 7) 月状骨・三角骨関節
- 8) 豆状骨・三角骨関節
- 9) 三角骨・有鉤骨関節

手根中央関節の回転や滑り運動により手関節は掌屈背屈と橈屈尺屈を行うことができるが、例えば掌屈時には、図6のように舟状骨が回転しながら後方へ滑り、その他の手根骨が舟状骨とは逆回転しながら前方に滑る。

掌屈時と背屈時では、主に動く関節面が変化する。



図6 掌屈時の動き

掌屈時の手根中央関節の動き

舟状骨・大菱形骨・小菱形骨関節

舟状骨・月状骨関節

橈骨・月状骨関節



背屈時の手根中央関節の動き

橈骨・舟状骨関節

舟状骨・月状骨関節

月状骨・有頭骨関節

三角骨・有鈎骨関節



橈屈時の手根中央関節の動き

有頭骨を回転中心として

遠位手根列は橈側に回転

近位手根列は尺側に回転



尺屈時の手根中央関節の動き

有頭骨を回転中心として

遠位手根列は尺側に回転

近位手根列は橈側に回転



表1 手根骨

遠位手根列	大菱形骨、小菱形骨、有頭骨、有鈎骨
近位手根列	舟状骨、月状骨、三角骨、豆状骨

2-2-2 掌屈背屈と橈屈尺屈運動による画像の変化

手関節正面撮影時に、掌屈背屈の屈曲具合は手指を進展させ手掌面を FPD に密着させたり、手指を軽度屈曲したり、補助具を使用したりと、施設ごとで統一することで再現性を担保することが必要である。手指を軽度屈曲させることで手関節をより FPD に密着させる方法が一般的であるが、中手骨より末梢側も観察できるように手指を進展させる施設もある。

一方、橈屈尺屈の中間位となる目安は橈骨軸と第3中手骨軸が一致する角度である。

図7は同一患者の橈屈尺屈角度を変化させて撮影した画像だが、手根骨を観察すると、手根中央関節が複雑に動いている様子が見られ、尺屈位では舟状骨が広く描出できている。



橈屈位

尺屈位

図7 橈屈尺屈角度

3. 手関節撮影の体位

3-1 正面撮影

前項で手関節を含めた前腕部の機能解剖について記述したが、図2のような橈骨と尺骨が重なる原因は図1の体位を見れば明らかであり、手関節部分は手掌が FPD に向いた P-A の状態だが、肘関節部分は肘頭が FPD 面に向き A-P の状態であり、前腕が回内していることになる。解剖学的に正確な正面像を得るためには、図8のように上腕骨が水平になるように肩関節を 90° 外転させ、肘関節を 90° 屈曲させた状態で手関節を中間位にすることで回旋のない画像が撮影できる。

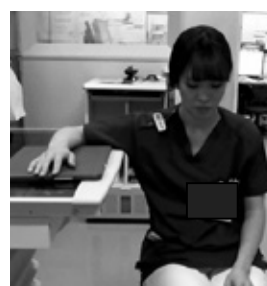


図8 正面撮影

3-2 側面撮影

図8のポジショニングから肘関節と手関節を動かさない状態で肩関節 90° 外転していたところを外転 0° にすることができれば正確な側面像を得られるが、実際には体位を変換する際にずれてしまうため合わせなおす必要がある。第1・4・5中

手骨は手を握る動作に合わせて大きな可動性があるが、第2中手骨と第3中手骨は可動性が小さいことから、この部分を垂直な角度に揃えることで、体表面から見える指標として合わせることができる。

しかし、この状態では、FPDが側腹部にぶつかるため図9(a)のように肩関節の外転0°が困難になることが多い。また、X線管球が患者の顔面付近に位置するため、前腕部は体幹から外側に離す方がよい。

前腕部を体幹部から外側に離す動きは、肩関節の外旋運動による動きであるため、手関節や上橈尺関節、下橈尺関節を固定したままの状態であっても可能である。図9(b)のように肩関節を外旋させることでX線管球を顔面から離すことができる。

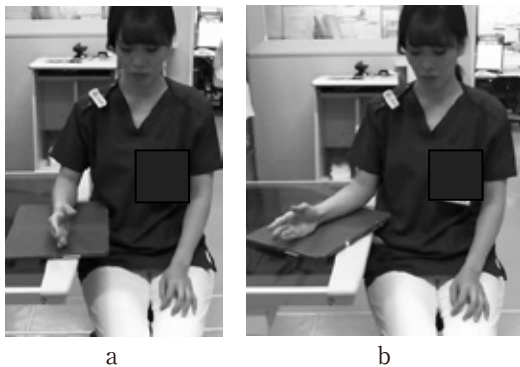


図9 側面撮影

4. 斜位撮影

一般的に手関節斜位撮影の角度は回外45°と回内45°で撮影される。橈骨尺骨部分の観察であれば斜位45°で問題はないが、救急撮影などで手根骨骨折やその中でも特に頻度の高い舟状骨骨折が疑われる場合は、斜位45°より斜位20°での撮影の方が手根骨の重なりが少なく、骨折線の観察に適する(図10)。

5. さいごに

整形領域の一般撮影は正確性と再現性が重要視され、各施設で撮影方法を統一する必要がある。

手関節の撮影方法は本稿で記載した方法だけではないが、撮影方法を統一する際の一助となれば

幸いである。



図10 手関節斜位の角度

参考文献

- 1) 厚生連医誌 第20巻1号 ルッセ撮影・手関節正面・側面二方向基本撮影の撮影法についての検討
- 2) 日本放射線技師会近畿部会雑誌 第14巻3号 機能解剖から見た撮影 上肢編
- 3) 骨基準撮影法と骨折疑いの追加撮影 (etrt.sakura.ne.jp/10ymb.htm)

「誰でも簡単スカイラインビューの実践」

～再撮影防止に向けて～

社会医療法人 堀ノ内病院
小池 正行

1. はじめに

膝蓋骨軸位撮影法の一つである Skyline-view 撮影法は、膝関節の屈曲角度に応じて変化する膝蓋骨を観察しながら随時 X 線入射角度を決定するため、再現性の高い画像が提供できていない。今回、Ahamad⁽¹⁾ らによる膝蓋靭帯癒着による膝蓋骨と膝関節の機能報告に着目した。この報告をもとに視触知可能な脛骨粗面から膝蓋骨前縁までの膝蓋靭帯部を基準線とした X 線入射点・入射角度を決定して、再現性の高い新たな膝蓋骨軸位 Skyline-view 撮影法（新撮影法）を開発できると考えた。

2. 目的

新撮影法開発のため膝蓋骨前縁、脛骨粗面、関節腔のなす角と屈曲角度との関係を明らかにした X 線入射角の基礎検討で、2015 年に小池⁽²⁾ らが提案した撮影法を臨床的有用性についても明らかにする。

3. 使用機器

X 線単純撮影装置は BENEIO（富士フイルムメディカル株式会社製）、X 線高電圧装置 UD150B-40（株式会社島津製作所製）、画像読取装置 FCR-XL2（富士フイルムメディカル株式会社製）、撮影用カセットは FUJI IP CASSETTE type CC（富士フイルムメディカル株式会社製）を使用した。撮影した画像は DICOM ファイルで画像データサーバー Synapse（富士フイルムメディカル株式会社製）に蓄積する。解析は画像解析装置 ZIO station 610（株式会社 AMIN）に取り込み、内蔵されている解析ソフトを使用した。画像表示装置は EIZO Flexscan S2100（株式会社ナナオ社製）を用いた。

4. 方法

この研究は、2012 年 8 月から 2013 年 5 月の期間に膝関節軸位像（人工関節を除く）患者 118 膝（16 歳～86 歳、平均年齢男性 45.5 歳 女性 49.7 歳）を対象とした。従来法の画像と新撮影法の画像から膝蓋骨の傾きによる誤差 CO/CC' 比（膝蓋骨誤差）（図 2）を測定した。なお、膝蓋骨誤差は、膝蓋骨外側 B と前縁中央 A を結ぶ直線 BA の中点に直行する膝蓋骨辺縁の上縁 C と下縁 O と大腿骨 C' を結び 0.1mm 単位で測定し、膝蓋骨誤差を求める。膝蓋骨に正確な正接軸位であれば CO は限りなく 0 に近づくことになる。この膝蓋骨誤差を新たな膝蓋骨軸位撮影の測定基準とする。また、同一患者による 4 回の撮影像から再現性の評価を行った。この研究は防衛医科大学校倫理委員会 2012 年 8 月に承認を得ている。



図 1 新スカイラインビュー撮影法

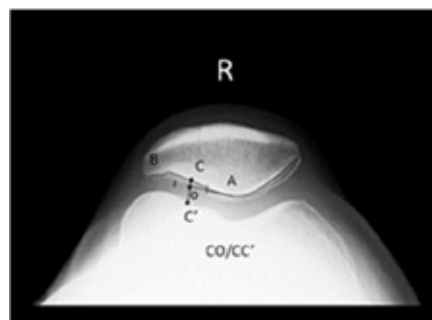


図 2 膝蓋骨誤差 CO/CC' 比

5. 結果

従来法と新撮影法とを比較するため、膝関節軸位像同一患者 118 膝の膝蓋骨誤差を測定した結果、膝蓋骨誤差は従来法 0.4 新撮影法 0.3 $p < 0.001$ と有意に減少した (図 3)。このことから、膝蓋骨に対してより軸位撮影の精度が高まったといえる。また術後経過観察する同一患者による 4 回撮影の再現性については従来法の膝蓋骨誤差 0.30 (SD 0.11) に対して、0.06 (SD 0.01) の結果となり、臨床研究の平均値を上回る結果が得られた。小池⁽³⁾らはこの結果を Journal of Radiological Physics and Technology に報告した。

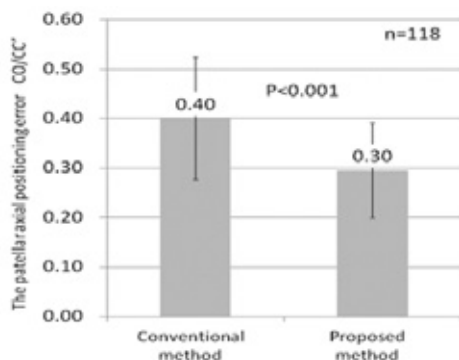


図 3 膝蓋骨誤差の測定結果 (n = 118)

6. 考察

新撮影法は、臨床研究において膝蓋骨に対して軸位撮影の精度が高まったが、稀に脛骨粗面が膝蓋大腿関節に重なることがあった。これは、大腿四頭筋腱の加齢や筋力低下による牽引ストレスが膝蓋靭帯組織に影響を与える膝蓋骨低位の患者の可能性が最も考えられる。また、再現性については、術後経過観察する同一患者 1 例で評価したが、多数の症例を対象とした検討がさらに必要である。最後に、屈曲角に依存しない新スカイラインビュー撮影法としてボランティア撮影した像を (図 4) に示す。

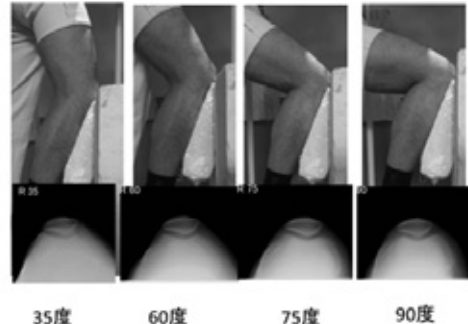


図 4 新撮影法による屈曲角との関係

7. 結論

臨床研究から、従来法と比較して新撮影法は、視触診可能な指標 (膝蓋骨前縁と脛骨粗面) を利用して撮影することでより正確な軸位画像を提供していることが確認できた。

X 線撮影法の中で最も曖昧な撮影法の 1 つ、Skyline-View の標準化に目途がつくことは、多くの膝関節疾患を持った患者の X 線診断に大きく貢献できるものと考えている。

参考文献

- (1) C. S. Ahamad, et al: Effects of Patellar Tendon Adhesion to the Anterior Tibia on Knee Mechanics The American Journal of Sports Medicine, 1998, 26, 715-724.
- (2) M. Koike, H. Nose, S. Takagi, et al : Appropriate incidence angle for fundamental research on new skyline radiography development, Journal of Radiological Physics and Technology, 2015 ; 8, 13-17.
- (3) M. Koike, H. Nose, S. Takagi, et al : A skyline-view imaging technique for axial-projection of the patella: a clinical study. Journal of Radiological Physics and Technology, 2015 ; 8, 174-177.

「大腿骨頸部骨折の撮影・読影ポイント」

～画像から見た撮影ポイントと画像から診た読影ポイント～

深谷赤十字病院

坂本 里紗

1. はじめに

大腿骨頸部骨折は高齢化や骨粗鬆症との関連が深く、年々増加傾向にある。その為、日常の検査においても多く撮影している撮影部位のひとつであると思われる。そして大腿骨頸部骨折は骨折部位、骨折分類によってそれぞれ治療法が異なる為、画像診断は重要なツールとなる。

2. 大腿骨頸部 XP 撮影

病歴や身体所見により大腿骨頸部骨折が疑われた場合、最も簡便で有用なスクリーニング検査はXP撮影である。

2-1 大腿骨頸部正面撮影

体位：前後方向で撮影。腰椎と骨盤の正面像を中心に合わせ、左右の上前腸骨棘を結んだ線を水平にする。下肢は伸展位で内旋させる。

中心線：垂直な中心線で、正中線上の恥骨結合の上方3cmの点に入射する。

2-2 正面撮影のポイント

・正面像では左右対称性が重要になるので、骨盤の傾きをポジショニングで確認する。画像では恥骨結節・上前腸骨棘、また股関節大転子・小転子に着目し、左右対称性を確認する。

・両下肢の内旋位は内旋角10～15度が有用とされており、両親指を付けるようにすることで、内旋位の安定性が増す。

・骨折を疑う場合はむやみに内旋させず、骨盤を正面性のあるポジショニングにしてから左右の下肢の長さを比較し、短縮や外旋、変形などはないか患者観察を行ってからポジショニングを行うことも重要となる。

2-3 正面像の内旋位画像のポイント

正面像では下肢を内旋させることにより大腿骨頸部、大転子は広く描出され、逆に小転子は狭く描出される。大腿骨頸部が広く描出されることで、骨皮質や骨梁のわずかな断裂も認識しやすくなる(図1)。



図1 正面像における外旋位と内旋位画像の比較
(左：外旋位、右：内旋位)

2-4 内旋時の大腿骨頸部の動き

大腿骨頸部は外旋位時には転子部、頸部、骨頭部が水平ではなく後傾しているため、そのままの状態では正面撮影時に頸部が狭く描出されてしまう。そこで内旋位にさせることにより転子部、頸部、骨頭部が水平となり、正面撮影時に頸部を広く描出することが可能となる(図2)。

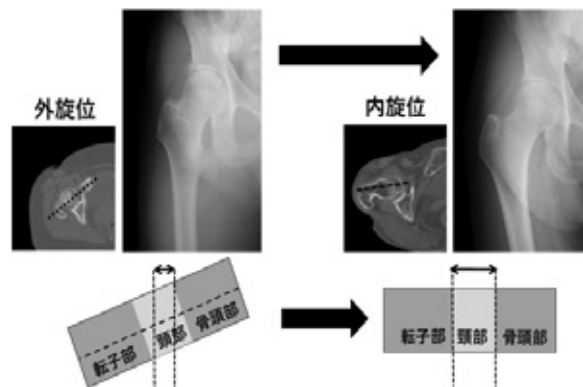


図2 内旋時の大腿骨頸部の動き

2-5 大腿骨頸部軸位撮影

軸位像は骨頭と頸部の前後面での傾きや転位、頸部後方の粉碎を正確に評価する為に有用となる。

体位：水平方向で軸位撮影。骨盤部を水平にし、非検側の股関節と膝関節を90°以上屈曲する。検側の下肢を伸展し内旋する。

中心線：水平な中心線で、大腿骨頭に入射する。

2-6 軸位撮影のポイント

- ・ 検側大腿骨頭に非検側臀部が重ならないように非検側の股関節と膝関節を屈曲させる。
- ・ 臀部の下にタオルを入れることにより高さを設ける。瘦形の患者の場合には大腿骨頸部や坐骨の画像欠損を防ぎ、非検側股関節を屈曲させた際の骨盤の傾き防止にも繋がる。
- ・ 大腿骨頸部骨折術後の場合、患者の内旋位制限の可能性も考慮し撮影前に患者状態を把握することは重要となる。
- ・ 痛みが強いなどで撮影困難な場合は医師と相談し、検側下肢を軽度屈曲させた状態で撮影するなどの工夫、またCTなど他の撮影モダリティでの撮影提案も必要となる。

2-7 軸位像の内旋位画像のポイント

内旋させることにより大腿骨頸部が水平に長く描出され、小転子と大転子が重複する。一方、内旋が不十分な場合は、大転子が下方に下がり、坐骨に重複して描出される（図3）。



図3 軸位像における画像比較
(左：内旋位、右：内旋位不十分)

3. 再現性の高い画像提供

XP撮影は術後のフォローでも重要な検査となる。その際には画像の再現性も重要となり、再現性を保つための工夫も必要となる。

- ・ 内旋位と内旋位が不十分なときの画像比較や内旋位時の大腿骨頸部の動きを把握しながらしっかりと撮影ポイントを理解し共有する。
- ・ 術後の患者の場合、撮影前に過去画像を参照し固定具の形状でも再現性を確認することも可能である。
- ・ 技師間の情報共有を行い、特殊な補助具の使用や技師の補助が必要であった場合はRISに情報を残すことで、次の撮影時にスムーズな撮影ができ、再現性も増す。

4. 大腿骨頸部骨折のCT・MRI検査

4-1 CT検査

XP撮影で骨折が明らかに認められる症例であっても骨折判定の為にCT撮影をすることがある。CT撮影することで、骨折の範囲や骨片と関節の解剖学的位置関係を正確に把握することが可能である。またMPRのみならず、3D画像によっても骨折型を分類することもある為、複雑な骨折症例の骨折分類において特にCT撮影は重要となる。

4-2 当院の大腿骨頸部骨折のCT検査ルーチン

骨条件のMPR (Ax, Sag, Cor) をスライス厚2mmで作成。Corでは下肢が内旋できなかった場合に、頸部がなるべく広く見えるように大腿骨頭から頸部が平行になるように作成している。

3D画像は大腿骨頸部の骨片と関節の解剖学的位置関係を把握し、骨盤骨折との鑑別を行う為に、骨盤+大腿骨頸部の3D画像と骨折範囲が分かりやすいように大腿骨頸部のみ3D画像を作成している（図4）。

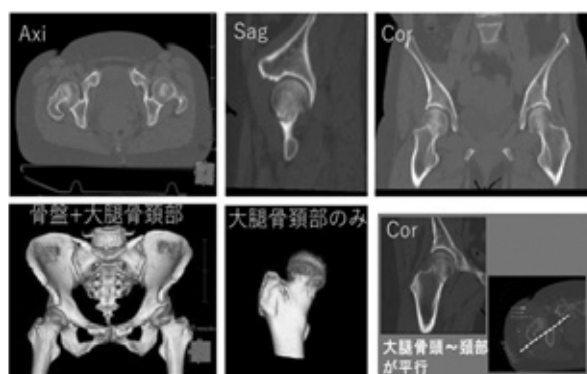


図4 当院大腿骨頸部骨折 CT 検査ルーチン画像

4.3 MRI 検査

MRI 撮影は XP 撮影で骨折が明らかでない場合に確定診断として撮影を行う。骨髓内の血腫や髄内浮腫を感度よく描出でき、骨折評価では最も有用とされている。

4.4 当院の大腿骨頸部骨折の MRI 検査

スライス厚 5mm、スペーシングギャップ 1mm にて撮影。撮影時間は 15 ～ 20min。MRI 撮影の場合、骨折部位は T1 強調像で低信号、STIR 像・T2 強調像で高信号に描出される。撮影シーケンスは以下の図に示す通りである (図5)。尚、当院では基本的には休日・夜間の大腿骨頸部の MRI 撮影対応はせず、必要があれば CT 撮影の施行となる。

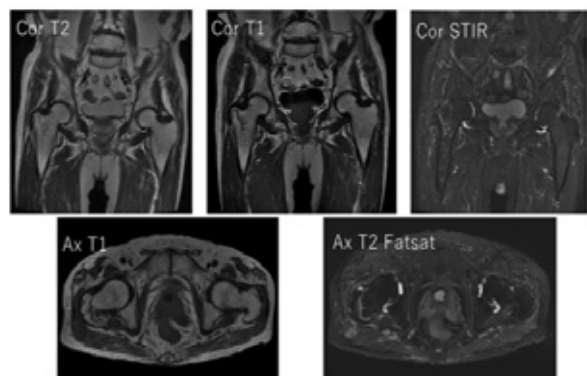


図5 当院大腿骨頸部骨折 MRI 検査ルーチン画像

4.5 CT・MRI 検査のポジショニング

XP 撮影同様に CT・MRI 撮影でも下肢の内旋位が理想的ではあるが、特に MRI 撮影の場合は撮影時間も長い為、すべての患者に対しては内旋

位を保持することが難しいのが現状である。CT・MRI 検査においても患者状態に応じて、体位を決定する必要がある。

5. 大腿骨頸部骨折の骨折分類

5-1 大腿骨頸部骨折部位別分類

骨頭側から骨頭下骨折、頸部骨折 (中間部骨折) に分かれる。これらは関節包の内側の骨折なので、内側骨折と呼ばれる。関節包とは線維性組織で、寛骨臼蓋と大腿骨頸部に付着し大腿骨頭を包むもので、関節の安定性を増強させる組織として重要とされる。小転子下 5cm 範囲の転子下骨折、転子部骨折、転子部骨折の亜型の頸基部骨折 (転子間骨折) と分かれる。これらは関節包の外側の骨折なので、外側骨折と呼ばれる (図6)。

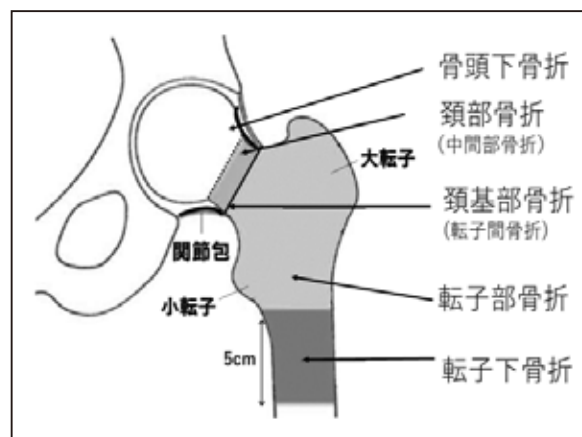


図6 大腿骨頸部骨折部位別分類

5-2 頸基部骨折と転子部骨折の分類

頸基部骨折と転子部骨折は XP 画像での鑑別が困難な場合には CT 画像にて鑑別が可能である。頸基部骨折は 3D 画像で骨折線が近位前方では関節包内に、遠位後方では関節包外にまたがるものを指す。一方、転子部骨折は外側骨折なので、骨折線は関節包外に確認できる。

5-3 内側骨折・外側骨折の特徴

内側骨折は解剖学的特徴から骨癒合が得られにくく、外側骨折は内側骨折に比べ血行動態も良好な為、比較的骨癒合しやすいという特徴がある。解剖学的特徴とは関節包内は外骨膜がない為に骨折時に滑液が骨折部に流入して骨癒合が障害され

ること、関節包内は栄養血管が少ないとされており血管が損傷することで血行動態が悪くなり骨癒合の障害の原因にもなることがあげられる。

5-4 Garden 分類

大腿骨頸部骨折の分類には Garden 分類（図 7）を用いるのが一般的である。内側骨折の骨折程度、転位程度によって 1～4 段階に分類される。

ステージ 1 は不完全骨折で内側では骨性連続性が残存。ステージ 2 は完全骨折で軟部組織の骨性連続性が残存。ステージ 3 は完全骨折で回転転位があり、頸部被膜の骨性連続性が残存。骨頭の一次圧迫骨梁群が横へ傾き、縦の骨梁と一致なくなる状態。ステージ 4 は完全骨折で全ての軟部組織が断裂しており骨頭は回転せず、一次圧迫骨梁群の横への傾きもなく、縦の骨梁の走行と比較してもほぼ平行移動しただけの状態。そして、ステージ 1 と 2 を非転位型、ステージ 3 と 4 を転位型として 2 つに分類するのが、治療法選択と予後予測との面で間違えが少ないという考え方が主流である。

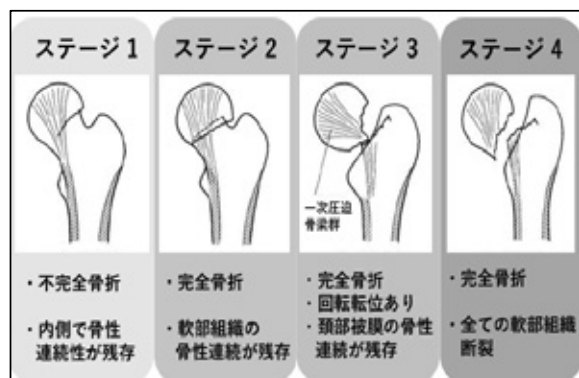


図 7 Garden 分類

5-5 Pauwels 分類

Pauwels 分類（図 8）は骨折線のなす角度で分類され、剪断力という物体の表面が互いに逆方向に平行移動する働きを生み出す力がポイントとなる。骨折線が水平に近いほど剪断力は小さく、骨折部に作用する圧迫力で癒合が得られる。一方、骨折線が垂直に近いほど剪断力は大きく、適度な圧迫刺激の障害となる。

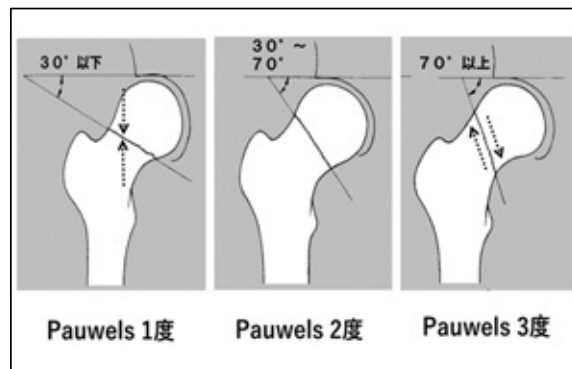


図 8 Pauwels 分類

5-6 Evans 分類

Evans 分類（図 9）は外側骨折の内側骨皮質の損傷・修復・転位程度によって分類される。内側骨皮質は厚い緻密骨で固く、安定した骨支持性の大きな役割がある。連続性がどの程度保たれているかが術後の荷重時の支持性に大きく影響する。術後のリハビリでは安定型は疼痛の訴えも少なく比較的スムーズに機能回復していく傾向にあるのに対し、不安定型は疼痛が大きく、術後のリハビリに難渋する人が多い傾向にある。

		受傷時	修復後		
Type1	Group1			・転位なし	安定
	Group2			・転位あり ・内側骨皮質は修復可能	安定
	Group3			・転位あり ・内側骨皮質は修復不可能	不安定
	Group4			・粉碎骨折	不安定
Type2				・逆斜骨折	不安定

図 9 Evans 分類

6. 大腿骨頸部骨折の手術

6-1 手術方針決定

大腿骨頸部骨折の手術方針は年齢、日常生活レベル、骨折分類などにより決定される。手術には大別して骨接合術と人工骨頭置換術があり、若年者に対しては人工骨頭の寿命を考慮し、なるべく骨接合術を選択し、自身の骨を温存することが選択される。一方、高齢者に対しては術後の早期臥

位からの脱出(=寝たきりや床ずれ、肺炎の防止)の為に人工骨頭置換術が選択される。

6-2 骨折部位による術式選択

内側骨折の場合は人工骨頭置換術または骨接合術である CCS 固定法が適用される。外側骨折の場合は骨接合術である髓内固定法または CHS 固定法が適用される (図 10)。



図 10 大腿骨頸部骨折の主な術式

6-3 人工骨頭置換術

人工骨頭置換術 (BHA:Bipolar Hip Arthroplasty) は大腿骨頭を切除し、金属あるいはセラミックでできた骨頭で置換するものである。術式は前方アプローチと後方アプローチがあるが、一般的には後方アプローチの術式が多く、人工骨頭置換術後は股関節の屈曲、内転、内旋にて脱臼肢位となるため、XP 撮影時は事前にどのような手術をしたのか把握しておくことが必要となる。

6-4 CCS 固定法

CCS 固定法 (CCS:Cannulated Cancellous Screw) はそれぞれのピンが皮質骨の 3 点に接することで安定が得られ、転位のない安定した内側骨折、Garden 分類では ステージ 1～2 に対し検討される。

6-5 CHS 固定法

CHS 固定法 (CHS:Compression Hip Screw) は大腿骨頭にスクリューを挿入し、これと結合したプレートを大腿骨幹部の外側に取り付けて固定することで、強固に固定が可能で骨折部に圧迫力がかかり骨癒合を促進することができる。安定タイ

プの外側骨折 Evans 分類 Group1～2 に対して検討される。

6-6 髓内固定法

髓内固定法 (PFN:Proximal Femoral Nail) は骨の中心部にある髓腔に骨端から金属製の長いロットを打ち込む方法である。不安定タイプの外側骨折 Evans 分類 Group3～4、や Type2 に対して検討される。

7. 症例

7-1 症例 1

・52 歳、男性

経過：自宅の廊下で転倒。疼痛改善せず救急要請。主訴：左下肢内旋不可、自動不可、他動で激痛。既往歴：狭心症、うっ血性心不全、ASO、DM。

XP 所見：正面像で左右の大腿骨頸部を比較すると左大腿骨頸部に明らかな短縮所見、完全骨折と骨連続性の断裂が認められる (図 11)。

診断：左大腿骨頸部骨折 Garden 分類ステージ 4。術式：年齢はまだ若い ASO、DM の病歴があり、長期臥位・安静による合併症リスクを考慮し人工骨頭置換術の適応となる。



図 11 XP 画像 (左：正面像、右：軸位像)

7-2 症例 2

・52 歳、女性

経過：自動車で交差点内に進入時衝突され、救急外来受診。

主訴：右股関節痛があり、内旋にて疼痛増強。既往歴：なし。

XP 所見：右大腿骨頸部に骨折線を認める（図 12）。

CT 所見：CT でも右大腿骨頸部に明らかな骨折所見を認める（図 13）（図 14）。

診断：右大腿骨頸部骨折の Garden 分類 1～2。

術式：XP、CT 所見より内側骨折と確定され、概往歴もない為、CCS 固定法での骨接合術が選択される。

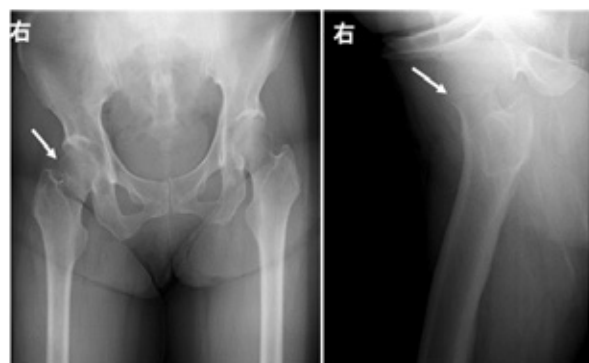


図 12 XP 画像

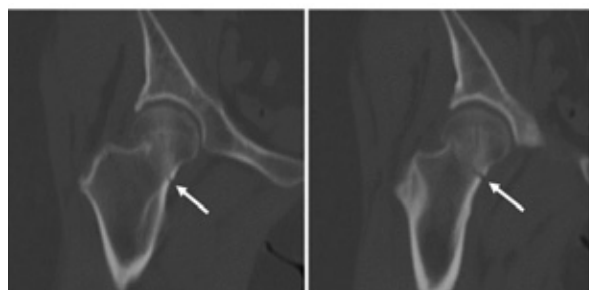


図 13 CT 画像 (MPR)

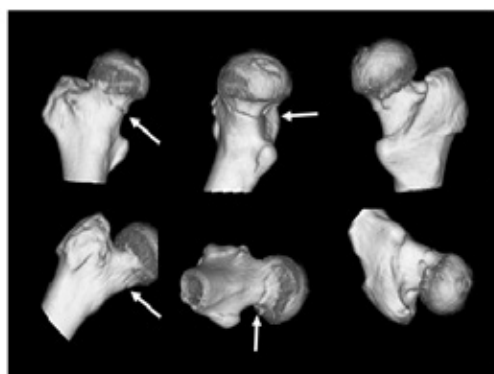


図 14 CT 画像 (3D)

7-3 症例 3

・84 歳、男性

経過：転倒し、整形外科外来に受診。

主訴：右大腿基部痛、大転子に疼痛あるが自動運動可能。概往歴：なし。

XP 所見：骨折は認められず。日勤時間帯であった為、緊急で MRI 施行となる（図 15）。

MRI 所見：右大腿骨転子部に T1 強調像で低信号、STIR 像・T2 強調像で高信号の骨折所見が認められる（図 16）（図 17）。

診断：右大腿骨転子部骨折。

術式：髓内固定法での骨接合術が選択される。

多くの大腿骨頸部骨折は XP 画像で診断できるが、もし XP 画像で骨折線が認められなくても、そこで骨折がないとは断定できない。その場合には MRI は非侵襲的に検査が可能で、診断精度が高く有用な検査である。

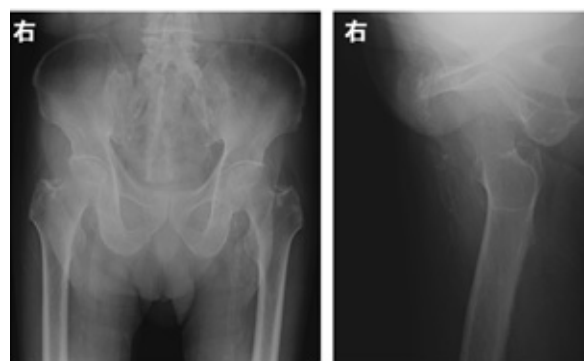


図 15 XP 画像

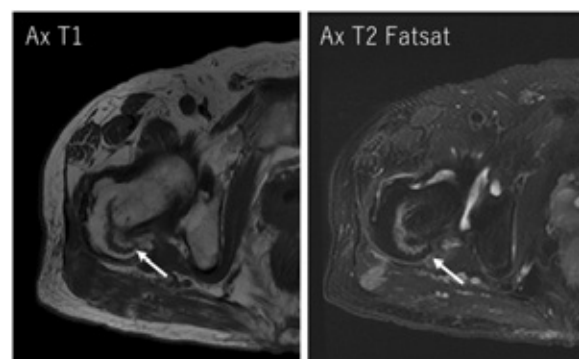


図 16 MRI 画像

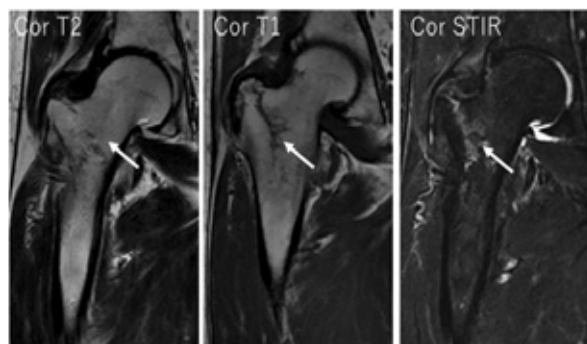


図 17 MRI 画像

8. さいごに

大腿骨頸部骨折において XP 撮影は骨折評価の大きな役割であり、骨折部位や骨折分類は年齢や患者状態と共に術式選択の重要な因子となる。CT・MRI 撮影においてもその役割を理解することは重要で、その上で診断に有用な画像提供が必要となる。

撮影技術の向上には、診断に有用な画像を提供するための撮影のポイントを理解し、患者の状態把握、撮影への協力を仰げるようにコミュニケーションを図ることも大切である。また画像の再現性を保つために組織でルール作りをすることも必要となる。読影力の向上には骨折分類を理解することで画像の読影ポイントも理解できる。読影を意識することで、読影しやすい画像を提供したいという撮影技術への向上心もさらに増してくる。そして我々、診療放射線技師は読影補助を求められているという役割を自覚することが必要である。

日頃から撮影や読影を意識し、勉強会や研究会に足を運び撮影技術・読影力を積み重ねることがスキルアップへの第一歩となる。

9. 参考文献

- ・大腿骨頸部／転子部骨折診療ガイドライン改訂第 2 版日本整形外科学会、日本骨折治療学会監修 南江堂
- ・骨・関節 X 線写真の撮りかたと見かた 第 6 版 医学書院
- ・図解 単純 X 線撮影法 金原出版

「臨床に適した画像処理選択の基本」

～四肢撮影を中心に～

済生会川口総合病院

森 一也

1. はじめに

整形外科領域の骨疾患では、精細な画像が要求されるため、画素サイズの小さいアナログ画像が有用とされてきた。しかし、近年ではデジタル画像の急速な普及により、多くの施設でアナログからデジタルへの移行が行われている。デジタル画像は、アナログ画像に比べ解像度は劣るものの、広いダイナミックレンジをもち、多彩な画像処理を行うことができるため、アナログ画像では描出困難な領域においても対応することが可能である。

これら画像処理の特性を使用者が理解していなければ、診断に適した画像提供を行うことはできない。そのため、疾患に関する知識だけでなく、画像を取得する検出器の知識も必要とされる。

本稿では、各画像処理の基礎特性および、臨床における画像処理方法について述べる。

2. DR と S/F 系の違い

2-1. Screen-Film 系

Screen-Film (S/F) 系とは、増感紙およびフィルム（主にハロゲン化銀）を用いたアナログ画像のことである。画像を取得するためには、露光したフィルムの現像作業が必要となる。Digital Radiography (DR) と比較した際の、S/F 系の特性を図 1 に示す。

2-2. Digital Radiography

DR とは X 線の信号（アナログ信号）を標本化した後、量子化を行うことで、デジタル信号として描出するデジタル画像のことである（A/D 変換）。

一般撮影領域では、Flat Panel Detector (FPD) および、Computed Radiography (CR) が用いられている。S/F 系と比較した際の、DR の特性を図 2 に示す。

S/F 系の特徴（DR と比較）

- 粒子径が小さいため高解像度（ $0.1\mu\text{m}$ ～数 μm ）。
- 画像取得まで時間を要する（現像が必要）。
- Post processing は基本的に不可（現像処理のみ）。
- ダイナミックレンジが狭い。
- 相反則不軌の影響を考慮する必要がある。

etc...

図 1 S/F 系の特性

DR の特徴（S/F 系と比較）

- 撮影から画像の取得までが短時間。
- 画像の Post Processing が可能（画像処理技術）。
- 広いダイナミックレンジ。
- ピクセルサイズが大きく、解像度が劣る（約 $100\mu\text{m}$ ）。

etc...

図 2 DR の特性

S/F 系と DR を比較すると、DR は現像処理が不要になることによるワークフローの改善や、広いダイナミックレンジ、多彩な画像処理技術などの多くの利点を有している。しかし、整形外科領域においては、微小構造の変化を観察しているため、必ずしも DR の方が優れているとは言えない。DR の利点を活かすためには、S/F 系では描出不可能であった領域において、DR 特有の画像処理を最大限に活用し、診断能を向上させた画像の提供が必要である。

3. DR の画像処理技術

3-1. DR で用いられる画像処理技術

DR で用いられている画像処理技術を図3に示す。DR ではさまざまな種類の画像処理技術が用いられており、大別すると階調処理と周波数処理に分けられる。これらの画像処理を適切に用いることにより診断能の向上が期待できる。本稿では、主に階調処理について述べる。

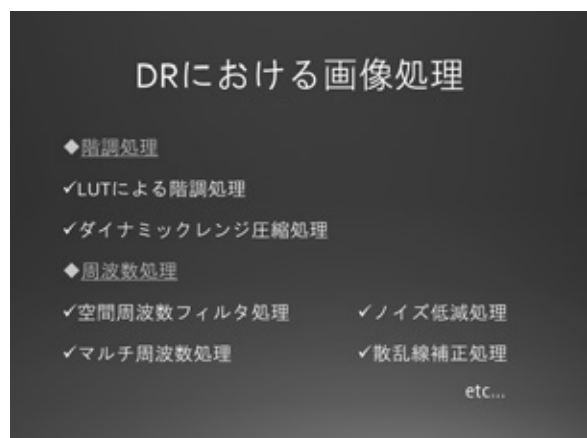


図3 DRにおける画像処理技術

3-2. Look Up Table による階調処理

Look Up Table (LUT) とは、入力信号に対する出力信号の割当テーブルを用いた階調処理のことである。画像コントラストの改善や、明るさの変更に利用される。線形変換や、非線形変換が用いられ、各撮影部位に適したLUTが事前に設定される。臨床で用いられるLUTの一例を図4に示す。



図4 臨床で用いられるLUT

LUTを用いることにより、症例に合わせて簡単に階調変換を行うことが可能となる。また、数種類のLUTを事前に設定しておくことにより、症例に適したLUTを即座に選択でき、短時間で再現性の良い画像描出が可能となる。しかし、LUTの調整だけでは、局所的な画像コントラストの改善に限界がある。

3-3. ダイナミックレンジ圧縮処理

ダイナミックレンジ圧縮処理（Dynamic Range Compression Processing：DRC処理）とは、特定の濃度域に対して濃度変換を実施し、その範囲外では画像濃度を維持する局所的な階調処理のことである。ヒストグラム上では、ピクセル値がコントラスト不良領域から主観察領域に圧縮される。DRC処理の原理および、DRC処理によるピクセル値の変化を図5、図6にそれぞれ示す¹⁾。

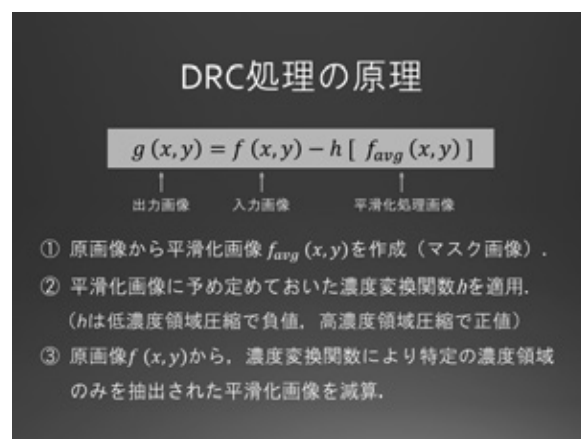


図5 DRC処理の原理

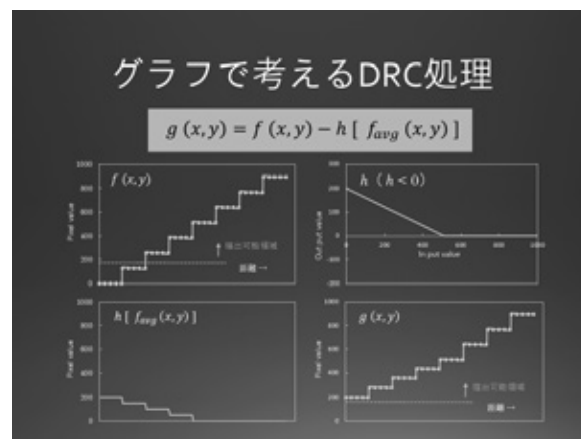


図6 DRC処理による出力ピクセル値の変化

LUT による階調処理では描出が困難な領域においても、DRC 処理を用いることにより、描出能の改善が可能となる。また中濃度領域の輝度を維持したまま、低濃度領域および高濃度領域の描出能を局所的に改善させることが可能である。

4. 画像処理技術の臨床応用

前述した階調処理（LUT の変更、DRC 処理）の特性をふまえ、実際の臨床画像における階調処理の適切な利用方法について述べる。

4-1. 肘関節側面撮影

転倒により上肢打撲の患者に対して肘関節 2 方向撮影を行い、肘関節側面画像を得た（図 7）。

肘関節 2 方向撮影では明らかな骨折は認められなかった。



図 7 肘関節側面画像（LUT：骨用）

撮影された画像は骨梁が鮮明に描出されており、一見診断に適した画像に見える。しかし、軟部組織用の LUT に変更し、再度確認すると fat pad sign の描出が確認された（図 8）。



図 8 肘関節側面画像（LUT：軟部組織用）

4-1-1. fat pad sign

fat pad sign とは、関節内の血腫などで関節包内の内圧が上昇することにより、関節包内にある脂肪が押し出されたことで生じる帆船のマスト様サインのことである²⁾。後方脂肪層の出現および、前方脂肪層の変異が認められ、関節内骨折および、関節内血腫（水腫）の診断に有用とされる。後方関節包の拡大が小さい場合は、前方 fat pad sign のみが認められることもある（図 9）。

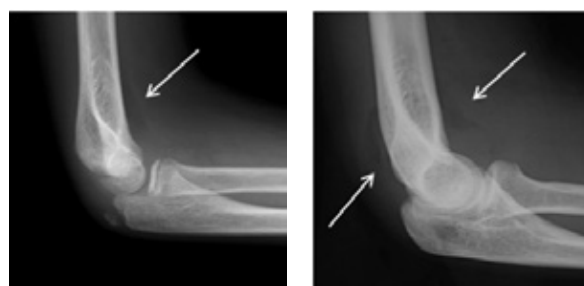


図 9 fat pad sign

4-1-2. 適性 LUT の選択方法

fat pad sign を考慮した肘関節の撮影では、肘関節の描出に加え、筋層、脂肪層の描出が必要となる。最適な LUT の選択は、取得画像のヒストグラムより検討することが可能である。

fat pad sign 陽性の肘関節側面画像において、関節部、筋層、脂肪層を示したヒストグラムを、図 10 に示す。関節部、筋層、脂肪層において適切なコントラストを得るためには、各組織間において十分な LUT の傾きが必要となる。以上より、図 11 に示す LUT の形状が fat pad sign を考慮した肘関節側面画像に適していると考えられる。

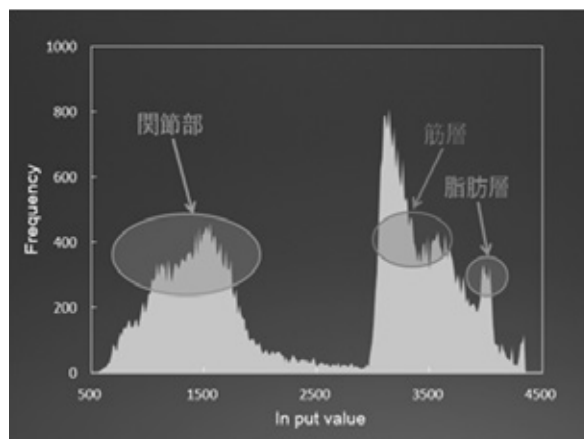


図 10 肘関節側面画像のヒストグラム

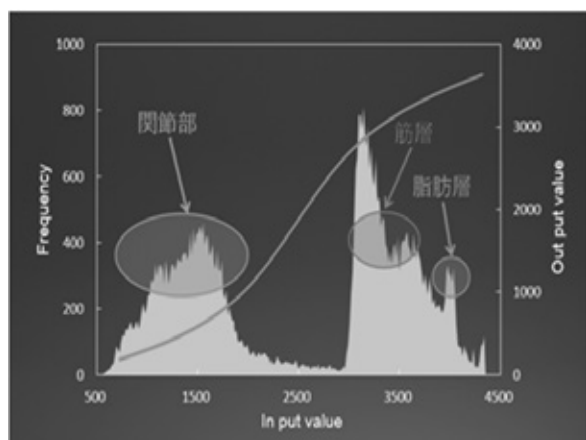


図11 fat pad sign を考慮した適性 LUT の形状

4-1-3. 適性 LUT の決定

前述した方法で選択された LUT が、実際に有用であるかを検証する必要がある。そこで、当院で用いられている 3 種類の骨用 LUT (smooth、standard、sharp) を用いて、視覚評価を行った。当院で用いられている骨用 LUT を図 12 に示す。

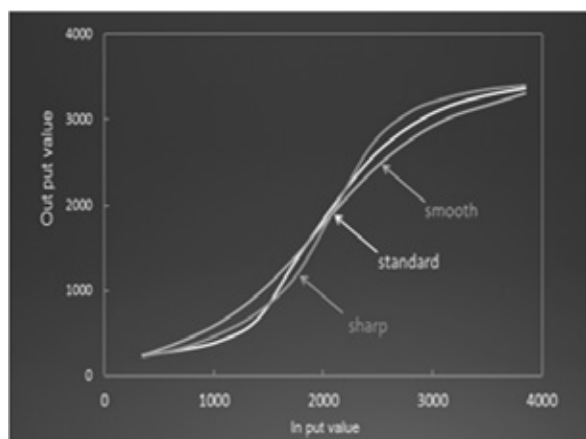


図12 当院で用いられている骨用 LUT

当院で用いられている 3 種類の骨用 LUT の中で、ヒストグラムより求めた、fat pad sign を考慮した適性 LUT の形状に最も近いものは smooth の LUT であった。

これら 3 種類の LUT において、関節部および、軟部組織について視覚評価を行った。関節部における視覚評価の結果を図 13 に、軟部組織における視覚評価の結果を図 14 にそれぞれ示す。

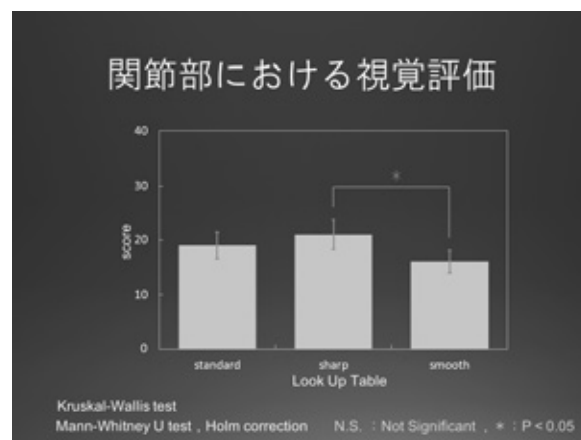


図13 各 LUT における関節部の視覚評価

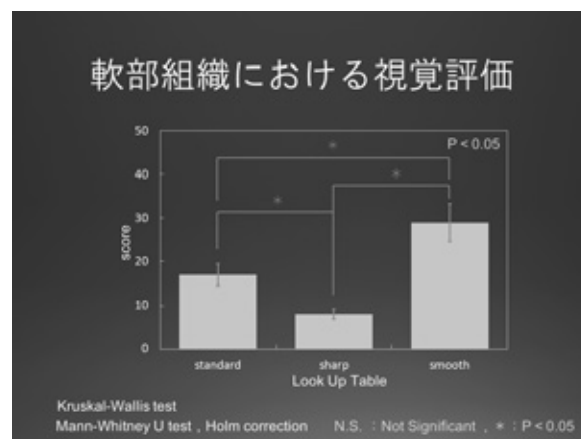


図14 各 LUT における軟部組織の視覚評価

視覚評価の結果より、軟部組織の描出能は smooth を使用することにより向上したが、関節部においては sharp に比べ有意な視認性の低下が認められた。しかし、関節部の視認性は standard と同等であることから、fat pad sign を考慮した肘関節側面画像では smooth の LUT が適していると考えられる。また、関節部を中心に診断する場合は sharp の LUT が適していると考えられる。

このように、症例に合わせて LUT を変更することにより、容易に診断能の高い画像描出が可能となる。特に救急領域においては、事前に LUT を設定しておくことにより、即座に診断に最適な画像提供が可能である。しかし、LUT は限られた階調の中で行われる処理であるため、黒つぶれや白とびが強い画像においては、描出困難な場合があることに注意しなければならない。

4.2. 股関節側面撮影

全人工股関節置換術（Total Hip Arthroplasty : THA）後の患者に対して Lauenstein（I）法による撮影を行い、股関節側面画像を得た（図 15）。

描出された画像では、大腿骨頭部（カップ）が描出不良の白とび画像であったため、画像の輝度変更を行った。しかし、単純な輝度変更による濃度調整では、大腿骨体部（ステム）が描出不良の黒つぶれ画像となった（図 16）。

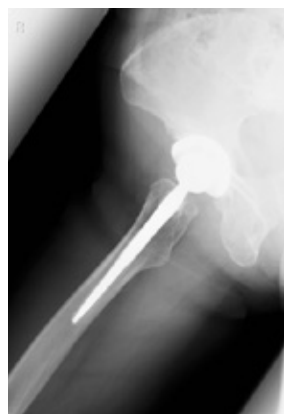


図 15 白とび画像



図 16 黒つぶれ画像

4.2-1. 適性 DRC 処理の選択方法

股関節側面画像のように、体厚差が大きい部位では黒つぶれや白とびによる描出不良が問題となる。体厚差が大きい部位において、単純な階調の調整や LUT の変更だけでは、全ての領域の視認性を向上させることは困難である。広いダイナミックレンジを必要とする撮影画像では、DRC 処理が非常に有用となる。

DRC 処理の基礎特性を図 17 に示す。DRC 処理の処理方法の違いにより、得られる画像コントラストは異なっていることが分かる。また DRC 処理の処理強度と、正規化した CNR（Contrast to Noise Ratio）変化率の関係性を図 18 に示す。過度な DRC 処理は、画像コントラストを低下させていることが分かる。上記の DRC 処理の特性を考慮し、処理方法および、処理強度を選択しなければならない。適切な DRC 処理について検討する際は、物理的な特性評価の結果を踏まえた上で、各撮影部位における視覚評価の結果により求めることが可能である。



図 17 DRC 処理の特性

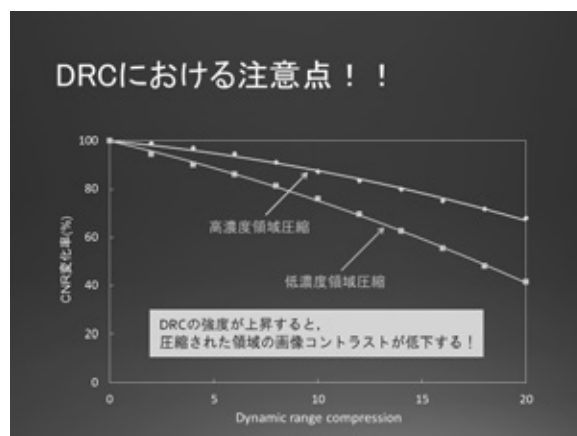


図 18 DRC 処理強度と CNR の関係

4.2-2. 適性 DRC 処理の決定

Lauenstein（I）法による股関節側面画像の適正処理方法について検討した。DRC 処理なし画像および、低濃度領域圧縮処理画像、高濃度領域圧縮処理画像の 3 種類の画像を用いて視覚評価を行った。その際、輝度調整および DRC 処理の処理強度は評価者で自由に変更可能とした。視覚評価の結果を図 19 に示す。

視覚評価の結果より、高濃度領域圧縮処理画像、低濃度領域圧縮処理画像、DRC 処理なし画像の順で高い視認性を得た。これは、低濃度領域圧縮処理では主に線量不足の領域（白とび）を圧縮するため、圧縮された領域のノイズが視覚的に捉えやすくなったためであると考えられる。また、視覚を含む人間の心理的な感覚量は、対数に比例して知覚されることも、視覚評価の結果に差が生じた要因の一つとして考えられる（Weber-

Fechner の法則)³⁾。

以上より、当院では体厚差が大きい部位の撮影において、高濃度領域圧縮処理を主に使用し、描出されない領域が生じた場合、追加で低濃度領域圧縮処理を用いるよう処理方法を運用している。上記方法を用いることにより、過度な圧縮による視認性の低下を防ぐことが可能である。しかし、全ての撮影部位において適応可能ではないため、部位ごとに運用方法を決定する必要がある。

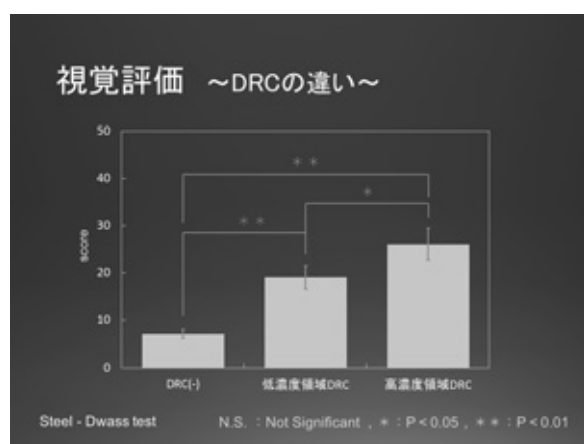


図19 股関節側面画像における視覚評価

4.2.3. 最適な DRC 処理の運用にむけて

DRC 処理は容易に描出域を改善するが、過度な画像処理は視認性を低下させる。そのため、画像を出力するオペレーターの技術に大きく依存する処理であることに、留意しなければならない。症例に適した再現性のある画像出力を行うためには、施設内で画像処理技術の運用方法を確立する必要がある。

4.3. アキレス腱撮影

アキレス腱計測撮影の患者で、打撲により足関節周囲に疼痛の訴え。主治医より可能であれば、一枚の画像でアキレス腱と足関節の描出も行っていほしいとの依頼。

軟 X 線を使用したアキレス腱撮影では、足関節が白とびした画像となる (図 20)。一方で、足関節側面撮影では、アキレス腱が黒つぶれた画像となる (図 21)。



図20 軟線撮影画像



図21 足関節側面画像

4.3.1. 階調処理を用いた軟部領域の描出

アキレス腱計測撮影は、主に家族性高コレステロール血症の診断に用いられる。動脈硬化性疾患予防ガイドラインでは、軟 X 線撮影によるアキレス腱肥厚が 9 mm 以上であることが診断基準の一つとして明記されている⁴⁾。

アキレス腱計測撮影のような軟部領域の撮影では、低管電圧撮影による軟 X 線撮影が用いられる。しかし、画像処理技術の進歩により従来に比べ、高い管電圧による撮影においても、十分に軟部領域の描出が可能となった。軟線によるアキレス腱計測撮影画像と、LUT の変更および、DRC 処理を用いた足関節側面画像を図 22 に示す。



図22 異なる撮影条件におけるアキレス腱画像

軟 X 線撮影によるアキレス腱画像と、画像処理を用いた足関節側面画像の双方において、アキレス腱が鮮明に描出されている。また画像処理を用いた足関節側面画像では、軟部領域に加え骨

域も鮮明に描出されていることが分かる。このように、適切な画像処理技術を用いることで、通常の骨領域に使用される管電圧撮影においても、軟部領域の描出が可能である。ただし、画像処理を行う際は、アキレス腱の黒つぶれや白とびによる計測値の過大評価および、過小評価に十分に留意し、適切な処理方法を選択する必要がある。

4.3.2. 四肢軟部領域における階調処理の役割

四肢における軟部領域の撮影を大別すると2種類に分類することができる。一つは fat pad sign のような血腫や水腫に伴う脂肪層の変化や、血腫や水腫そのものを描出するための撮影である。もう一つは、アキレス腱計測撮影のような、軟部組織の変化を計測することを目的とした撮影である。

fat pad sign のような血腫などを伴った疾患は、救急撮影で多く遭遇することとなる。そのため、時間の制約があり、迅速かつ適切な画像処理を求められる。救急の現場で迅速に対応するためには、疾患に関する知識の修得だけでなく、普段から画像処理に十分に慣れておくことが大切である。

アキレス腱計測撮影などの計測撮影は、撮影頻度が少ないため馴染みのないものが多い。アキレス腱計測撮影の他に代表的なものとして、Heal Pad 計測撮影が挙げられる。先端巨大症 (Acromegaly) の診断に利用され、踵骨足底部の軟部組織肥厚が 22 mm 以上であることが診断基準の一つとされている (図 23)⁵⁾。このように計測撮影では、計測値により診断や、その後の治療方法が決定される。そのため、画像処理による計測誤差が生じないように十分に考慮し、画像処理を行う必要がある。



図 23 Heal Pad 計測撮影

4.4. 階調処理の特性まとめ

LUT は撮影部位ごとに事前に設定しておくことが可能であり、簡便に診断能および再現性の高い画像の取得が可能となる。しかし、取得画像の条件によって、LUT の変更のみでは描出困難な領域が生じる。

DRC 処理は黒つぶれや、白とびを容易に改善することが可能である。しかし、過度な圧縮により視認性の低下が生じる危険性を有しており、出力される画像はオペレーターの技術に依存する。整形外科領域では、再現性の高い画像が要求される。そのため、各画像処理の特性を十分に考慮し、自施設における画像処理方法の統一化を検討する必要がある。

5. さいごに

階調処理の基礎特性および、臨床における画像処理法について述べた。本稿で示したように、症例に適した画像処理を行うためには、疾患に関する知識だけでなく、検出器の特性や画像処理技術の特性についても理解したうえで、画像処理方法を選択することが重要である。

参考文献

- 1) 市川勝弘, 石田隆行 編: 標準デジタル X 線画像計測. オーム社, 2010.
- 2) 上谷 雅孝 編: 骨軟部診断の画像診断. 秀潤社, 2010.
- 3) Kallio - Pulkkinen : Effect of display type and room illuminance in viewing digital dental radiography. Oulun yliopisto, 2015.
- 4) 日本動脈硬化学会 編: 動脈硬化性疾患予防ガイドライン. 杏林舎, 2012.
- 5) 厚生労働省: 間脳下垂体障害に関する調査研究班 先端巨大症診断の手引き. 2013.