

米パッド：CHESS法の脂肪抑制画像を改良するデバイス

守屋 進^{1,2}, 三木幸雄³, 横林常夫¹

¹医療法人石川医院 ²金沢大学大学院医学系研究科保健学専攻
³大阪市立大学大学院医学研究科放射線医学教室

はじめに

MRIにおける脂肪抑制画像は、脂肪と水のプロトン間の位相差を利用するものとしてDIXON¹⁾、T₁緩和の時間の差を利用するものとしてshort TI inversion recovery (STIR)²⁾、共鳴周波数の差を利用するものとして周波数選択的脂肪抑制法 (CHESS法) など多くの方法が存在し、この中でもCHESS法がよく知られまたよく使用されている^{3),4)}。CHESS法は、長所として用途が広く、比較的速く撮像することが可能であり、ほとんどのパルスシーケンスに適用が可能であり、造影検査で使用可能であることが挙げられる^{5),6)}。しかし短所として、静磁場の不均一の影響によって脂肪信号の消え残りが時に発生することが挙げられる^{5),6)}。この脂肪信号の消え残りは脂肪と水や血液などとの判別がつきにくくなることから、診断に影響する可能性があり、脂肪抑制画像における脂肪信号の消え残りの発生はできるだけ少ない方がよい^{7),8)}。

このCHESS法による脂肪信号の消え残りの発生を抑えるために、人体表面にCHESS画像を改善させる効果のある物質を置くという方法がある。画質改善を目的として市販され、よく知られたものとしてPerfluorocarbon pad (Sat Pad)があり、頸部に使用して脂肪抑制やMR

angiographyの画質が向上したと報告されている^{9)~11)}。しかしSat Padは高価である。次に、身近に使用できる物として、生理食塩水を撮像対象の近傍に置いて使用する報告も存在する¹²⁾。しかし生理食塩水はT₂強調画像においては信号が発生して観察する対象が見えにくくなる欠点がある¹²⁾。

そこで、上記の欠点がなく、かつCHESS法による脂肪信号の消え残りを抑えることができる材料として精白米(米)が報告された^{13)~17)}。米はそのままMRI撮像で使用することは困難であるために、袋につめてパッドの形状にして使用された。これは「米パッド」等の名称でこれまでにいくつかの報告がなされている^{13)~21)}。

本稿では、この米パッドについて、CHESS画像を改善させる理由、検査への応用、米パッドの特徴、パッドの配置、などについて述べる。

米パッドがCHESS画像を改善させる理由

米パッドを使用することで、CHESS法の脂肪信号の消え残りを解消する理由は、米の磁化率が人体の磁化率に近いからである。米パッドの内容物である米の磁化率は -8.2×10^{-7} emu²²⁾であり、人体を構成する細胞質 (-7.2×10^{-7} emu)²³⁾や水 (-7.2×10^{-7} emu)²⁴⁾とよく似た

キーワード fat suppression, CHESS, auxiliary pad, magnetic field inhomogeneity



Fig. 1. Generation of magnetic field inhomogeneity, and correction using a rice pad. (a) Image taken with the knee extended. The fat suppression effect was good. (b) Image taken with a sponge in the popliteal space and the knee flexed. Lingering fat signals are present (arrow). (c) Image taken with a rice pad in the popliteal space and the knee flexed. The fat suppression effect is markedly improved.

値である。また、この人体の磁化率に近い米パッドを配置することにより、人体に存在する凹凸の構造から発生する空気-人体間の局所磁場の急激な変化を抑えることが可能となるからである。以下、図に従って説明する。

膝を伸展した場合には脂肪信号の消え残りが少ないことから、膝窩には磁場不均一は存在しないと考えられる (Fig. 1a)。次に膝を屈曲させた場合には、膝窩に脂肪信号の消え残りが見られることから、膝を曲げることで磁場の急激な変化を発生させるものと考えられる (Fig. 1b)。しかし、米パッドを膝窩に挿入したものは脂肪信号の消え残りが見られない (Fig. 1c)。すなわち米パッドは局所磁場の変動を抑えているものと考えられる。

米パッドの利点

CHESS 画像の改良に米パッドを使用する利

点は、現在の装置でそのまま使用可能であること、STIR ではなく CHESS 法が使用できること、MR 信号が出ないこと、安くしかも簡単に買えること、大ききの設定が容易であること、である。順に説明をする。

1. 現在の装置で使用可能

米パッドの手法は、現在使用している装置ですぐに実行可能である。1.0T および 1.5T や 3.0T でも良好な脂肪抑制効果があるとの報告がなされているので、現在臨床で使用されるほとんどの静磁場強度の装置で使用可能である^{16),17)}。高磁場装置である 3.0T においても、形態が複雑な両手に対して良好な脂肪抑制効果が得られていることから¹⁷⁾、全身のどの部位にでも使用することが可能であろう。これは、多くの施設で、また様々な部位に対して、良好な脂肪抑制画像を得ることが可能であると言えるであろう。次に、最新のアプリケーションは不要であることから、従来の MRI 装置を更新

2013 年 9 月 12 日受理 2013 年 10 月 2 日改訂

別刷請求先 〒606-0851 京都市左京区下鴨梅の木町 46-1 医療法人石川医院 守屋 進

することなく実施可能である。新しい脂肪抑制法のアプリケーションとして、複雑な形状を持つ領域でも確実に良好な脂肪抑制が得られると報告されている 3point DIXON 法がある²⁵⁾。この方法は、磁場不均一の強い高磁場装置であっても良好な脂肪抑制効果が得られるとしている。しかし 3point DIXON 法は使用できる装置が限られている²⁶⁾。米パッドの方法はこのような制約はない。

2. STIR ではなく CHES 法が使用できる

CHES 法が使用できない場合には、STIR が使用される場合がある²⁷⁾。しかし STIR では signal to noise ratio (SNR) が低いことや脂肪組織でなくとも脂肪に近い緩和値を持つ組織も信号を抑制してしまうこと、また造影剤を使用した撮像は造影効果のある領域の信号も低下させる現象が生じるために適切な方法ではないこと、などの欠点がある²⁷⁾。しかし CHES 法が使用できるのであれば、このような欠点は存在しなくなる。

3. 信号が出ない

米パッドからは MR 信号が発生しない。その理由は、固体である米の緩和特性は T_2 値がかなり短く、通常の人体用の MRI 装置で用いられるスキャン法では画像化が困難だからである²⁸⁾。米そのもののイメージングの報告があるがやはり MR 信号は発生しないと報告されている²⁹⁾。ただし ultra-shortTE のシーケンスを使用した場合では米に信号を発生させるかもしれない。このシーケンスでは、 T_2 値の短いことが理由で、通常のシーケンスでは MR 信号がほとんど発生しない腱などの画像化が可能であると報告されているからである³⁰⁾。

4. 安い、簡単に買える

米パッドの優れた特徴は、手に入りやすく安価であることである。また、1年以上経過した古米でも使用可能であり、絶えず交換する必要はない。我々の施設では、膝窩に使用するポリエチレン製袋の米パッドは1年を経過しているが、性能および腐敗するなどの問題は生じて

いない。しかし、米は本来食品であるので変質しやすいと考えられ、保管と取り扱いには注意が必要であろう。

5. 形状および大きさの設定が容易

米を袋に詰める簡単な方法で、形状や大きさがある程度自由に設定可能であることである。これらつまり、手軽にパッドの形状を人体の各部位に合わせて作成することが可能である。形状を最適化した米パッドを使用すれば、どのような部位においても良好な脂肪抑制効果が得られると考えられる。後述するが、大小様々なパッドを組み合わせることによって、複雑な形状である両手の撮像についても良好な結果が得られている^{16),17)}。

パッドの形状と配置

良好な脂肪抑制画像を得るためには、米パッドの形状および配置は重要である。米は粒であるのでそのままでは使用できない。何かに充填する必要があり、チャック付きのポリプロピレンやポリエチレン製の袋が実用的かつ便利である (Fig. 2a)。この場合、パッドの形状は袋の形状に依存するので、大きく変形させての使用は困難である。撮像対象の下に置くと人体の重みでパッドが密着してよい効果を示す (Fig. 2b)。一方ナイロンストッキングでは引き延ばしたり巻きつけたりといった使用ができる (Fig. 2c)。ただし、あまり引き延ばすと米の分量が少なくなる部分が出てしまい、位置によっては効果がなくなってしまう可能性がある。また、パッドと人体間に隙間ができないように、撮像対象に応じてパッドを作成する必要がある。具体的には、膝窩に入れるようなパッドは膝の重さで密着するためポリプロピレンやポリエチレン製の袋で作成したパッドで十分な効果が得られる。また頸部のような凹んだ構造のものには、ナイロンストッキング製のパッドを巻きつけるほうがより密着して、より効果が高いと考えられる (Fig. 2d)。



Fig. 2. Examples of using a rice pad. (a) A polyethylene bag is filled with rice. (b) A rice-filled polyethylene bag is placed at the popliteal fossa. (c) Nylon stockings filled with rice. (d) Using rice-filled nylon stockings, a good fat suppression effect can be obtained in recessed areas, such as the neck.

パッドは1個だけにこだわらず、よい脂肪抑制効果が得られるのであれば複数個の使用がよいかもしれない (Fig. 3)。両手は複雑な形状であることから、一個のみの使用では全体をカバーできない。そこで大小さまざまなパッドを作成して重ね合わせることで良好な結果を得ている (Fig. 4)^{16),17)}。

撮像領域ごとに、事前にパッドの大きさおよび配置の最適化をしておくのがよいと考えられる。当然ながら、膝や肩などの各部位では形状も使用するコイルも異なることから、磁場の不均一が検査ごとに変化するからである。言い換えれば、場当たりにパッドを配置しても良好な結果が得られない可能性が高い。筆者らは、両手同時撮像についてのパッドの大きさや配置方法に、かなりの試行錯誤を繰り返した。

検査への応用

これまでの研究における撮像対象としては頸部・肩関節・肘関節・両手指・膝関節の検討が行われており、良好な結果を得ている^{9)~13)}。

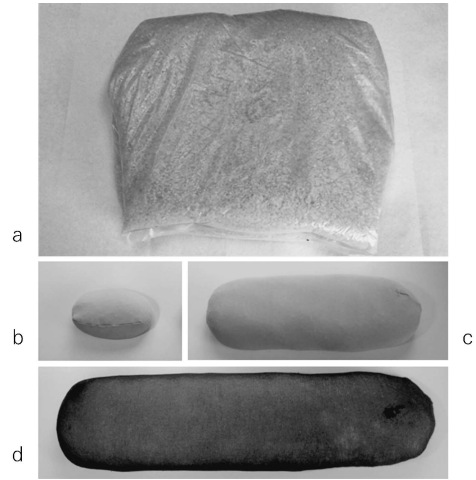


Fig. 3. Rice pads of various sizes. The size and weight of the individual rice pads are as follows : (a) 27 cm×25 cm×5 cm, 3650 g ; (b) 9 cm×8 cm×2 cm, 150 g ; (c) 35 cm×9 cm×3 cm, 850 g ; (d) 48 cm×11 cm×4 cm, 2800 g. The pad in (a) uses a polyethylene bag. The pads in (b), (c), and (d) use nylon stockings.

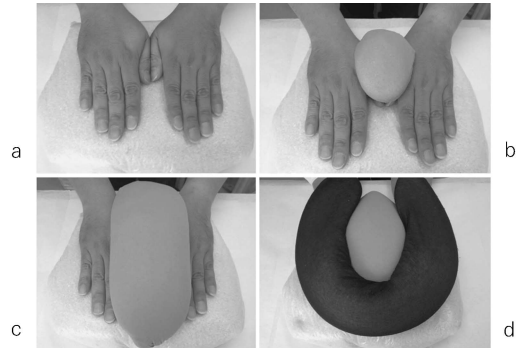


Fig. 4. Arrangement of rice pads. The rice pads were set in the order a-d. (a) The large pad (Fig. 3a) is set on the bed and hands are placed on the pad. (b) The small pad (Fig. 3b) is set over the thumbs of the two hands. (c) The cylindrical pad (Fig. 3c) is placed such that it spans the thumbs, index fingers, and wrists of both hands. (d) The long pad (Fig. 3d) is bent and placed on the exposed lateral portions of the hands. The four pads are arranged in combination to completely cover the hands.

また CHESSE 法による脂肪抑制画像の改善のみならず，拡散強調画像の形態学的な歪を補正することにも使用可能であることが示されている¹⁸⁾．この章では，どのようにして米パッドを実際の MRI 検査に使用するかを，これまでの報告から述べる．

1. 膝関節

膝関節の MRI 撮像では軽度屈曲位にすることにより anterior cruciate ligament (ACL) の診断能が向上する³¹⁾．さらに脂肪抑制画像の併用は骨髄や軟骨の評価に臨床上有用性が高い^{32),33)}．しかし CHESSE 法の使用では，膝を屈曲位にして撮像した場合，脂肪信号の消え残りが存在することが経験される¹³⁾．この対策として，膝窩にスポンジなどを入れるよりも米パッドを入れると脂肪信号の消え残りが発生せず，良好な画像が得られる (Fig. 1)．

2. 肩関節および肘関節

これら各構造は人体軸に対して突き出している複雑な形態をしていること，および磁場中心

から外れた位置でポジショニングしなければならないことから，比較的 CHESSE 法による脂肪抑制の均一性が得られにくい部位である．特に肘関節は痛みのために伸展位ができない被験者がまれに存在する．そこで図のようにパッドを装着することによって良好な画像が得られる¹⁵⁾ (Fig. 5)．

3. 両手指

関節リウマチに対して，MRI を使用することにより，早期の病変や治療による変化を鋭敏にとらえられることが知られており³⁴⁾，通常は片手の MRI により評価されることが多い³⁵⁾．しかし両手の評価がより有用であるとの報告が存在する³⁶⁾．片手ずつ撮像するよりも両手同時撮像した方が，検査時間の短縮や造影剤の使用量を減少させることができるので有利である．CHESSE 法を使用した撮像では，複雑な手の形状によって磁場の不均一が発生して脂肪抑制効果の不良な画像しか得られない可能性がある．これでは，造影された増殖滑膜と正常骨髄は両

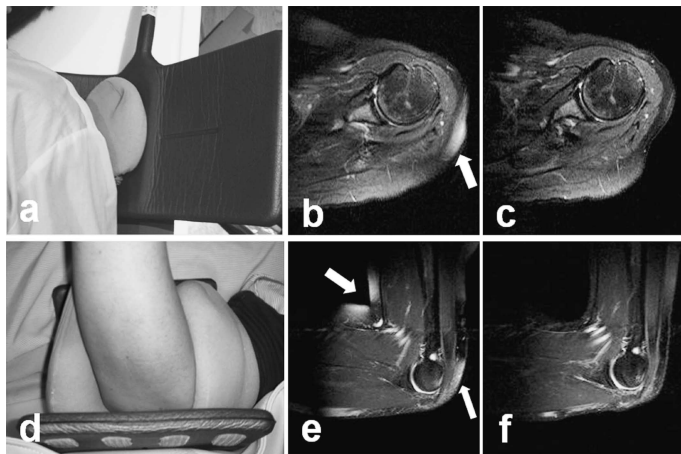


Fig. 5. Placement of the rice pad in the elbow joint and shoulder joint. Images were obtained with and without the use of rice pads. (a) Use of the rice pad for imaging the shoulder. Images of the shoulder without (b) and with (c) the rice pad. (d) Use of the rice pad for imaging the elbow. Images of the elbow joint without (e) and with (f) the rice pad. The images obtained using the rice pads do not exhibit lingering fat signals (c, f)．

者ともに高信号を示し区別がつかなくなり、正確な炎症部位の評価が困難となるであろう。早期リウマチ診断や関節リウマチの進行度・治療効果・寛解の評価が不正確になる可能性がある。

そこで、手の形状に合わせ大小さまざまな形態のパッドを組み合わせる報告がなされており、複雑な形態である両手に対しても良好な脂肪抑制効果が得られている^{16),17)}。両手撮像におけるパッドの配置の例は Fig. 4 で示

しているが、この配置の工夫としては、両手全体をパッドで完全に覆うことはもちろん、手の上部に配置するパッドは、米を多く入れて比較的硬く作成することである。なぜなら、パッドに入れる米の量を少なくすれば、米の重さによって下に落ちようとすることで粒がばらばらになり、米の隙間に空気の層ができて、脂肪抑制の効きが悪くなるからである。

このようにパッドの形状や配置を工夫することにより、一般的な MRI 装置においても脂肪

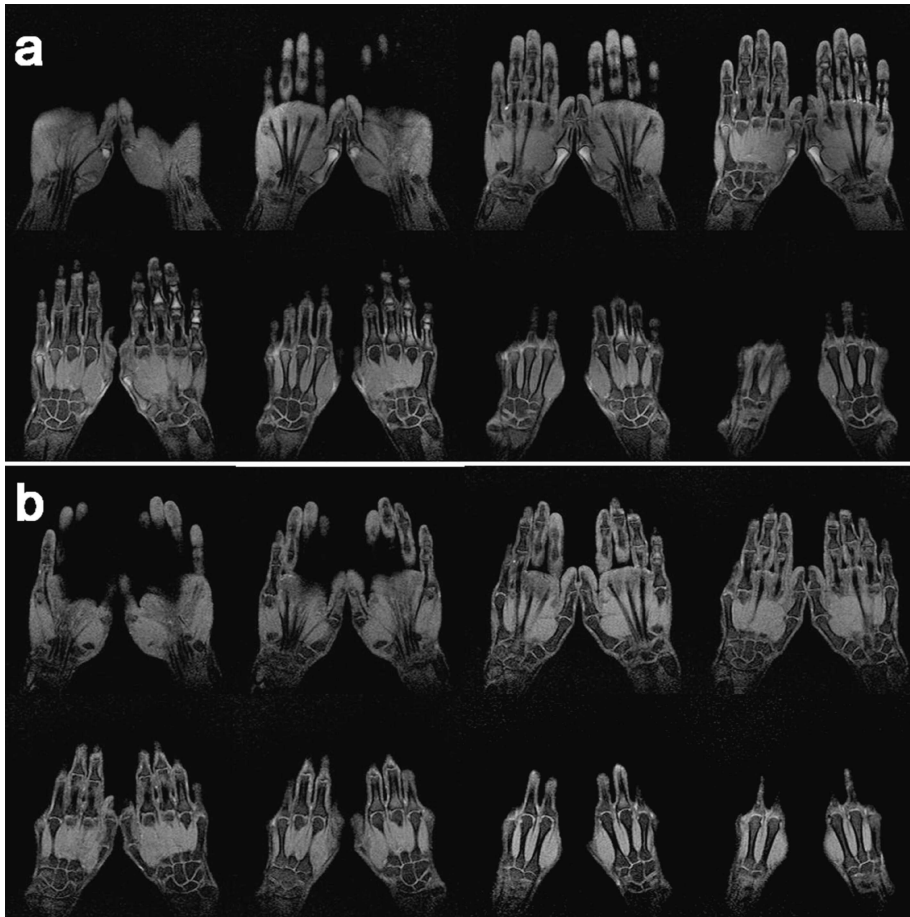


Fig. 6. (a) Fat-suppressed T₁-weighted images of both hands using CHES without rice pads. Coarse fat signals remain in some areas. (b) Fat-suppressed T₁-weighted images of both hands using CHES when with rice pads. A good overall fat suppression effect is evident.

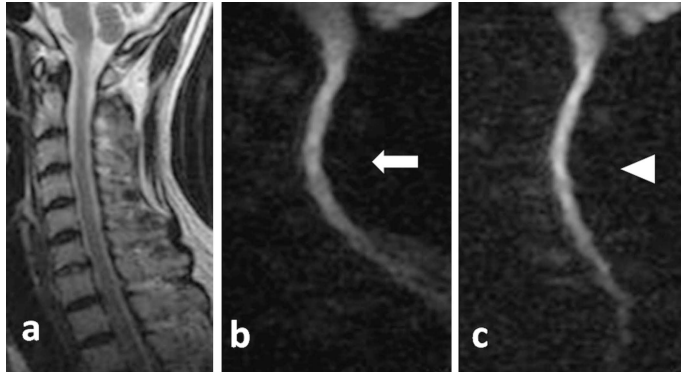


Fig. 7. Comparison of images from the same subject. (a) Sagittal T₂-weighted image. (b) Sagittal diffusion-weighted image without rice pad. (c) Sagittal diffusion-weighted image with rice pad. In the image obtained without using the rice pad (b), there is significant distortion (arrow). In the image obtained using the rice pad (c), there is an obvious reduction in geometric distortion (arrowhead).

信号の消え残りの少ない画像を得られることから、炎症滑膜の容積測定などの定量的な評価³⁷⁾を多くの施設で使用できる可能性があり、関節リウマチの診断にMRIがさらに貢献できるかもしれない (Fig. 6).

4. 頸髄における拡散強調画像

拡散強調画像は、脳の評価だけでなく脊髄の使用にも報告がある³⁸⁾。しかし脊髄の中でも凹凸の形状の存在する頸部は、EPI (echo planar imaging) 法を使用した拡散強調画像を撮像する場合には、磁場の不均一の影響を受けやすく、適切にシミングを行っても画像に幾何学的歪みが生じて、診断が困難になる可能性がある³⁹⁾。そこで図のように頸部にパッドを巻きつけるように装着することで良好な画像が得られる¹⁸⁾ (Fig. 7)。

その他のパッドについて

1. ポリスチレンボール弾を用いた磁場不均一軽減補助具

米にかわるものとして、ポリスチレンボール弾を用いた磁場不均一軽減補助具 (BB 弾補助

具) が報告されている⁴⁰⁾。米と同様の効果があり、軽量かつ低コストで衛生的であるとしている。ただし、BB 弾を含む 16 種類の物質について磁場不均一を軽減できるかの検討を行っており、ファントムでの計測では米が最も画像歪が小さいとしている⁴⁰⁾。また、BB 弾を使用するに当たっては、様々な会社で製造されかつ多様な成分で作られており、製品ごとに使用できるかどうかの検討が必要であろう。

2. 小麦粉パッド

米以外にもその他の材料が使用できるかについての検討がなされ、小麦粉が使用できることが報告されている⁴¹⁾。この研究は、膝窩の脂肪抑制効果を、米の代わりに小麦粉を詰めたパッドで検討したという内容である。米のみならず小麦粉が使用できることから、他の穀物も使用できるかもしれない。米や小麦粉はともにでんぷんを多く含んでいる。でんぷんを多く含むコーンスターチや芋類や豆類も同様の効果があるかもしれない。

おわりに

CHESS法の脂肪信号の消え残りを解消するために用いられる「米パッド」について、画像を改善させる理由、米パッドの特徴、検査への応用、パッドの配置などについて述べさせていただいた。MRI装置の高度化が進み、3point DIXON法などの新しい脂肪抑制技術が普及すれば、いずれ米パッドは不要になるかもしれない。しかし安価で簡便であり良好な結果が得られることから、もうしばらくは使用されるであろう。ここに記した内容が、日常の検査に役に立つことがあれば幸いである。

文 献

- 1) Dixon WT: Simple proton spectroscopic imaging. *Radiology* 1984; 153: 189-194
- 2) Bydder GM, Young IR: MR imaging: clinical use of the inversion recovery sequence. *J Comput Assist Tomogr* 1985; 9: 659-675
- 3) Haase A, Frahm J, Hänicke W, Matthaei D: ¹H NMR chemical shift selective (CHESS) imaging. *Phys Med Biol* 1985; 30: 341-344
- 4) Keller PJ, Hunter WW Jr, Schmalbrock P: Multisection fat-water imaging with chemical shift selective presaturation. *Radiology* 1987; 164: 539-541
- 5) Bley TA, Wieben O, François CJ, Brittain JH, Reeder SB: Fat and water magnetic resonance imaging. *J Magn Reson Imaging* 2010; 31: 4-18
- 6) Delfaut EM, Beltran J, Johnson G, Rousseau J, Marchandise X, Cotten A: Fat suppression in MR imaging: techniques and pitfalls. *Radiographics* 1999; 19: 373-382
- 7) Anzai Y, Lufkin RB, Jabour BA, Hanafee WN: Fat-suppression failure artifacts simulating pathology on frequency-selective fat-suppression MR images of the head and neck. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992; 13: 879-884
- 8) Khanna S, Crues JV 3rd: Complexities of MRI and false positive findings. *Ann N Y Acad Sci* 2009; 1154: 239-258
- 9) Eilenberg SS, Tartar VM, Mattrey RF: Reducing magnetic susceptibility differences using liquid fluorocarbon pads (Sat Pad): results with spectral presaturation of fat. *Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol* 1994; 22: 1477-1483
- 10) 川光秀昭, 杉村和朗, 君野勝治: 頸部領域の脂肪抑制画像の撮像 SatPadによる局所磁場の補正. *日磁医誌* 1995; 15: 55-60
- 11) 宮川忠士, 安井 清: 頸部 MRI および頸部 MR angiography における画質向上の試み—SatPad (N) を用いた臨床評価. *Innervision* 1994; 9: 77-83
- 12) Smith DK, Wright J. Water bags: an inexpensive method for improving fat suppression in MR imaging of the extremities. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 162: 1252-1253
- 13) Moriya S, Miki Y, Yokobayashi T, Kanagaki M, Komori Y, Ishikawa M: Rice pads: novel devices for homogeneous fat suppression in the knee. *Acta Radiol* 2010; 51: 175-178
- 14) Moriya S, Miki Y, Yokobayashi T, Yamamoto A, Kanagaki M, Komori Y, Ishikawa M: Rice and perfluorocarbon liquid pads: comparison of fat suppression effects. *Acta Radiol* 2010; 51: 534-538
- 15) Moriya S, Miki Y, Yokobayashi T, Yamamoto A, Kanagaki M, Komori Y, Fujimoto K, Ishikawa M: Improved CHESS imaging with the use of rice pads: investigation in the neck, shoulder, and elbow. *J Magn Reson Imaging* 2010; 31: 1504-1507
- 16) Moriya S, Miki Y, Kamishima T, Kanagaki M, Yokobayashi T, Ishikawa M: Fat-suppressed MR images of both hands obtained using CHESS can be improved by rice pads. *Eur J Radiol* 2012; 81: 2318-2322
- 17) Moriya S, Miki Y, Kamishima T, Miyati T, Kanagaki M, Matsuno Y, Yokobayashi T: Lingering fat signals with CHESS in simultaneous imaging of both hands can be improved with rice pads in both 1.5T and 3.0T. *Eur J Radiol* 2013; 82: 1458-1462
- 18) Moriya S, Miki Y, Yokobayashi T, Kanagaki M, Komori Y, Fujimoto K, Ishikawa M: Rice pads reduce geometric distortion of echo-planar diffu-

- sion-weighted images of the cervical spinal cord. *Magn Reson Med Sci* 2011 ; 10 : 65-69
- 19) 本田貴子, 新井健史, 西村文雄, 人見勝喜, 表神明利則, 坂野康昌: 頸部 MRI 領域における米 Sat Pad の有用性. *日放技会東京部会雑誌* 2011 ; 119 : 22
 - 20) 島袋泰彦, 照屋祥子, 山川奈津子, 仲松勝彦, 安里奈美, 我如古靖, 斎藤辰好, 神谷乗敏, 比嘉一廣, 高良 誠: 頸部領域 MRI における画質向上の試み~脂肪抑制画像を中心に~. *沖縄県臨床検査技師会誌* 2012 ; 50 : 54
 - 21) 北川 久, 野田主税, 天野 淳, 大竹紹貴, 洞田貫啓一: Tailor-made Sat pad を利用した脂肪抑制効果について. *日放技会東京部会雑誌* 2010 ; 116 : 21-23
 - 22) Kuznetsov OA, Hasenstein KH: Magneto-phoretic characterization of the plant gravity receptor. In: Häfeli U, Schütt W, Teller J, Zborowski M, eds. *Scientific and clinical applications of magnetic carriers*. Rostock: Springer, 1997: 429-444
 - 23) Kondrachuk AV, Hasenstein KH: The effects of HGMFs on the plant gravisensing system. *Adv Space Res* 2001 ; 27 : 1001-1005
 - 24) Arrighini GP, Maestro M, Moccia R: Magnetic properties of polyatomic molecules: magnetic susceptibility of H₂O, NH₃, CH₄, H₂O₂. *J Chem Phys* 1968 ; 49 : 882-889
 - 25) Ma J: Dixon techniques for water and fat imaging. *J Magn Reson Imaging* 2008 ; 28 : 543-558
 - 26) Barger AV, DeLone DR, Bernstein MA, Welker KM: Fat signal suppression in head and neck imaging using fast spin-echo-IDEAL technique. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006 ; 27 : 1292-1294
 - 27) Krinsky G, Rofsky NM, Weinreb JC: Non-specificity of short inversion time inversion recovery (STIR) as a technique of fat suppression: pitfalls in image interpretation. *AJR Am J Roentgenol* 1996 ; 166 : 523-526
 - 28) Robson MD, Bydder GM: Clinical ultrashort echo time imaging of bone and other connective tissues. *NMR Biomed* 2006 ; 19 : 765-780
 - 29) Ishida N, Naito S, Kano H: Loss of moisture from harvested rice seeds on MRI. *Magn Reson Imaging* 2004 ; 22 : 871-875
 - 30) Benjamin M, Bydder GM: Magnetic resonance imaging of entheses using ultrashort TE (UTE) pulse sequences. *J Magn Reson Imaging* 2007 ; 25 : 381-389
 - 31) Niitsu M, Ikeda K, Fukubayashi T, Anno I, Itai Y: Knee extension and flexion: MR delineation of normal and torn anterior cruciate ligaments. *J Comput Assist Tomogr* 1996 ; 20 : 322-327
 - 32) Arndt WF 3rd, Truax AL, Barnett FM, Simmons GE, Brown DC: MR diagnosis of bone contusions of the knee: comparison of coronal T₂-weighted fast spin-echo with fat saturation and fast spin-echo STIR images with conventional STIR images. *AJR Am J Roentgenol* 1996 ; 166 : 119-124
 - 33) Yoshioka H, Stevens K, Hargreaves BA, Steines D, Genovese M, Dillingham MF, Winalski CS, Lang P: Magnetic resonance imaging of articular cartilage of the knee: comparison between fat-suppressed three-dimensional SPGR imaging, fat-suppressed FSE imaging, and fat-suppressed three-dimensional DEFT imaging, and correlation with arthroscopy. *J Magn Reson Imaging* 2004 ; 20 : 857-864
 - 34) Østergaard M, Pedersen SJ, Døhn UM: Imaging in rheumatoid arthritis-status and recent advances for magnetic resonance imaging, ultrasonography, computed tomography and conventional radiography. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2008 ; 22 : 1019-1044
 - 35) Sugimoto H, Takeda A, Hyodoh K: Early-stage rheumatoid arthritis: prospective study of the effectiveness of MR imaging for diagnosis. *Radiology* 2000 ; 216 : 569-575
 - 36) Tamai M, Kawakami A, Uetani M, et al.: Early prediction of rheumatoid arthritis by serological variables and magnetic resonance imaging of the wrists and finger joints: results from prospective clinical examination. *Ann Rheum Dis* 2006 ; 65 : 134-135
 - 37) Kamishima T, Tanimura K, Aoki Y, Kosaka N, Shimizu M, Matsuhashi M, Fukae J, Kon Y, Terae S, Shirato H: Simplified approach to MR image quantification of the rheumatoid wrist: a pilot study. *Skeletal Radiol* 2011 ; 40 : 65-74
 - 38) Demir A, Ries M, Moonen CT, Vital JM, Dehais J, Arne P, Caillé JM, Dousset V: Diffusion-

- weighted MR imaging with apparent diffusion coefficient and apparent diffusion tensor maps in cervical spondylotic myelopathy. *Radiology* 2003 ; 229 : 37-43
- 39) Thurnher MM, Bammer R : Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of the spine and spinal cord. *Semin Roentgenol* 2006 ; 41 : 294-311
- 40) 池口裕昭, 庄内孝春, 巳上 綾, 矢澤夏佳, 高橋 正, 山田幸二 : 脂肪抑制 Magnetic Resonance Image のためのポリスチレンボール弾を用いた磁場不均一軽減補助具の試作と効果の検討. *日放医学誌* 2013 ; 69 : 71-79
- 41) Moriya S, Miki Y, Miyati T, Kanagaki M, Yokobayashi T : Flour pads : devices to improve CHES fat suppression. *Magn Reson Med Sci* 2014 (in press)

Rice Pads: Devices to Improve the Effect of Fat Suppression of CHES Images

Susumu MORIYA^{1,2}, Yukio MIKI³, Tsuneo YOKOBAYASHI¹

¹*Ishikawa Clinic*

46-1 Shimokamo-Umenoki-cho, Sakyo-ku, Kyoto-shi, Kyoto 606-0851

²*Division of Health Sciences, Graduate School of Medical Science, Kanazawa University*

³*Department of Radiology, Osaka City University Graduate School of Medicine*

The chemical shift selective (CHES) method is often used for fat suppression in magnetic resonance imaging. CHES has several advantages, including versatility, quick imaging, and applicability to contrast examinations. One disadvantage of CHES is the lingering fat signal generated as a result of nonuniformity of the static magnetic field. To overcome this drawback, some researchers have used pads made with polished rice (rice pads), a simple method in which rice pads are placed outside the area to be imaged. We describe ways to improve CHES images, characteristics of the rice pad, its application to imaging, and methods of placing the pad.