

速報

MRIマグネットが刺青シールおよび
アイメイクに及ぼす力学的作用の検討森下雄太・宮地利明¹⁾・上田丞政・清水 満²⁾
濱口隆史¹⁾・藤原康博³⁾・林 弘之³⁾

金沢大学医学部保健学科放射線技術科学専攻(現 京都桂病院放射線科)

1)金沢大学大学院医学系研究科

2)金沢大学附属病院放射線部

3)福井大学附属病院放射線部

論文受付
2008年2月26日論文受理
2008年3月31日

Code No. 261

緒言

MRI検査の安全管理上、配慮すべき点はマグネットの力学的作用(吸引力とトルク)、高周波の加温作用、変動磁場の神経刺激および騒音などがあり^{1,2)}、さまざまな事故が報告がされている³⁾。なかでも特に吸引力はMRIの安全管理上重要であり、酸素ボンベによる死亡事故^{4,5)}まで起きている。吸引力は静磁場強度および空間的な勾配、質量、磁化率に依存し、磁場勾配が大きいマグネット開口部あたりが最も強くなる。

一方、ボディアート製品として刺青シールが市販されている。この顔料には酸化鉄が含まれているものが多く、マグネットに吸引されると考えられるが、実際に安全性を検討した報告はない。また、アイメイク製品は強磁性体が含まれている場合があり、危険性を指摘されているものの⁶⁾、力学的作用に関しては検討さ

れていない。

そこでわれわれは、マグネットの力学的作用を刺青シールおよびアイメイクにおいて検討した。併せて、発熱の可能性にも言及した。

1. 方法

1-1 測定手順

以下の測定をAmerican Society for Testing and Materials (ASTM)の deflection angle testに沿って行った⁷⁻⁹⁾。最初に、自作した偏向角測定器(Fig. 1a)に強磁性体のクリップをつけて、偏向角が最大になる位置(マグネット開口部付近)を特定した。次に同位置において、偏向角測定器に、質量 m の検討対象を極細の糸(約3mg)で吊るして、吸引力によって生じる偏向角 θ を測定した。また、Fig. 1bに示すように、並進吸引力 F を

Influence of Mechanical Effect Due to MRI-magnet on Tattoo Seal and Eye Makeup

Yuta Morishita, Tosiaki Miyati,¹⁾ Jousei Ueda, Mitsuru Shimizu,²⁾ Takashi Hamaguchi,¹⁾ Yasuhiro Fujiwara,³⁾ and Hiroyuki Hayashi³⁾

School of Health Sciences, Faculty of Medicine, Kanazawa University(Currently, Department of Radiology, Kyoto-Katsura Hospital)

1)Division of Health Sciences, Graduate School of Medical Science, Kanazawa University

2)Department of Radiology, Kanazawa University Hospital

3)Department of Radiology, University of Fukui Hospital

Received Feb. 26, 2008; Revision accepted March 31, 2008; Code No. 261

Summary

The purpose of our study was to assess the mechanical effect on tattoo seals and eye makeup caused by a spatial magnetic gradient in the magnetic resonance imaging (MRI) system. Seven kinds of tattoo seals and three kinds of eye makeup, i.e., mascara, eye shadow, and eyeliner were used. On a 3.0-Tesla MRI, we determined these deflection angles according to a method established by the American Society for Testing and Materials (ASTM) at the position that produced the greatest magnetically induced deflection. Eighty-five percent of the tattoo seals showed deflection angles greater than 45 degrees of the ASTM guidelines, and the mascara and eye shadow showed over 40 degrees. This was because these contained ferromagnetic pigments such as an iron oxide, but those translational forces were very small owing to slight mass. However, it is desirable that these should be removed before MRI examination to prevent secondary problems.

Key words: magnetic resonance imaging (MRI), safety, translation force, Tattoo seal, eye makeup別刷資料請求先: 〒920-0942 石川県金沢市小立野5-11-80
金沢大学大学院医学系研究科保健学専攻 宮地利明 宛

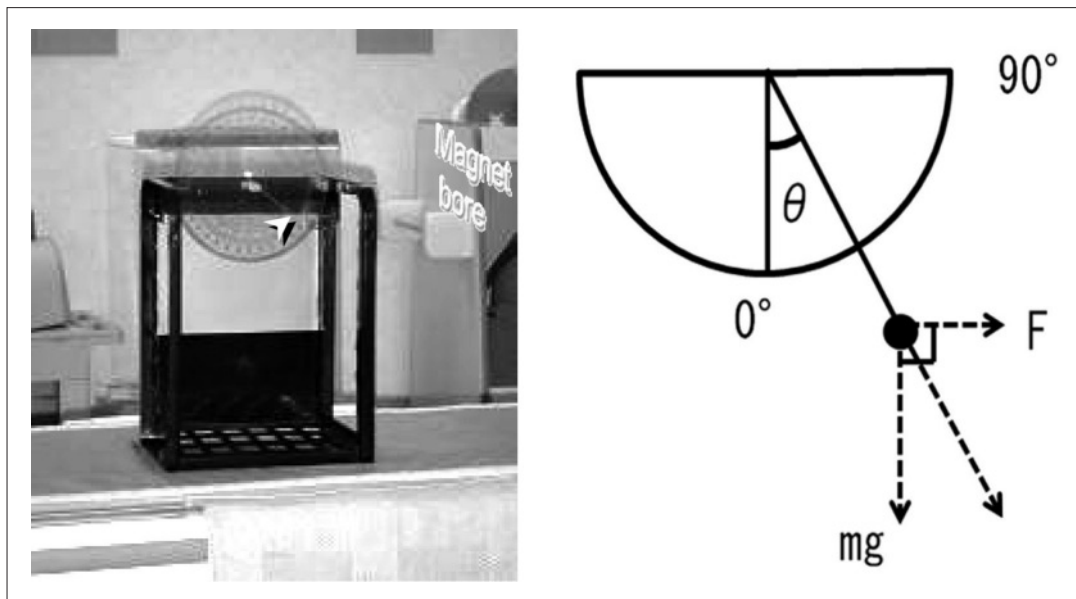


Fig. 1 Picture of (a) deflection-angle test meter and (b) schema of the translational force. Subject (clip) is deflected by magnet [arrowhead in (a)]. θ , mg , and F are deflection angle, gravity, and translational force, respectively.

以下の式(1)から算出した。

$$F = mg \tan \theta \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで g は、重力加速度である。また、測定対象の電気伝導性も、デジタルマルチメータで直流抵抗を測定することによって確認した。

1-2 使用機器および検討対象

MRI装置は診断用装置で国内最大の静磁場強度である Signa EXCITE 3.0T (GE横河メディカルシステム社製)、質量計量器はメトラー分析用天秤 AB204S を使用した。刺青シールは、東京オリジナルカラーシールセンター製の祭化粧 (ペーパータトゥー) 7 種類を測定した (Fig. 2a)。アイメイクは、カネボウ化粧品製のマスカラ (酸化鉄含有率 10%)、サンパルコ製のアイシャドウおよびアイライナを測定した (Fig. 2b)。アイメイク製品はいずれも考えうる最大使用量を用いた。なお、検討対象の吸引力と比較するために、クリップの吸引力も測定した。

2. 結果

並進吸引力の測定結果を Table 1 および Table 2 に示す。刺青シールの 85% が偏向角 45 度を超えていた。これらは、すべて電気伝導性がなかった。また、マスカラとアイシャドウは偏向角が 40 度以上であった。マスカラとアイライナがわずかながら電気伝導性を有していた (約 $2\mu\text{S}$)。いずれの吸引力もクリップと比較すると非常に小さい値となった。

3. 考察

ASTM は、重力と等価となる偏向角 45 度を並進吸引力の目安としている。測定結果より、刺青シールの大部分が偏向角 45 度を超える吸引力を受け、マスカラやアイシャドウにおいても強い吸引力を受けていた。しかし、質量が軽いため吸引力は非常に小さくなり (Table 1, 2), MRI 検査の際に被検者に力学的作用を及ぼすことはほとんどないと考える。ただし、接着が不十分であった際に、はがれてマグネットの隙間に引き込まれ、シミングがずれるなど磁場均一性に影響を与えるといった装置への弊害が考えられる。したがって、検査前に取り除くことが望ましい。なお、非球体では回転力の影響もあるが、検討対象の長さが短く薄いために、無視できると考えた。さらに、傾斜磁場のスイッチングによって生じた渦電流による回転力においては、対象の電気伝導度が小さいために影響しないと考える¹⁰⁾。

一方、刺青において火傷の報告があるように^{11,12)}、刺青シールにおいても発熱の問題も考慮する必要がある。しかし、今回測定した刺青シールは電気伝導率が極めて小さいため、MRI の領域で使用している高周波による火傷は考えにくい。ただし、すべての刺青シールが電気伝導性を持たないという確証はなく、また、抵抗性の火傷もありうるので、火傷の防止という観点からも検査前にとっておくことが望ましいと考える。同様に、アイメイク製品もマグネットの吸引力は弱かったが、今回わずかながら電気伝導性を有したマスカラとアイライナがあったため、火傷の可能性は否定で

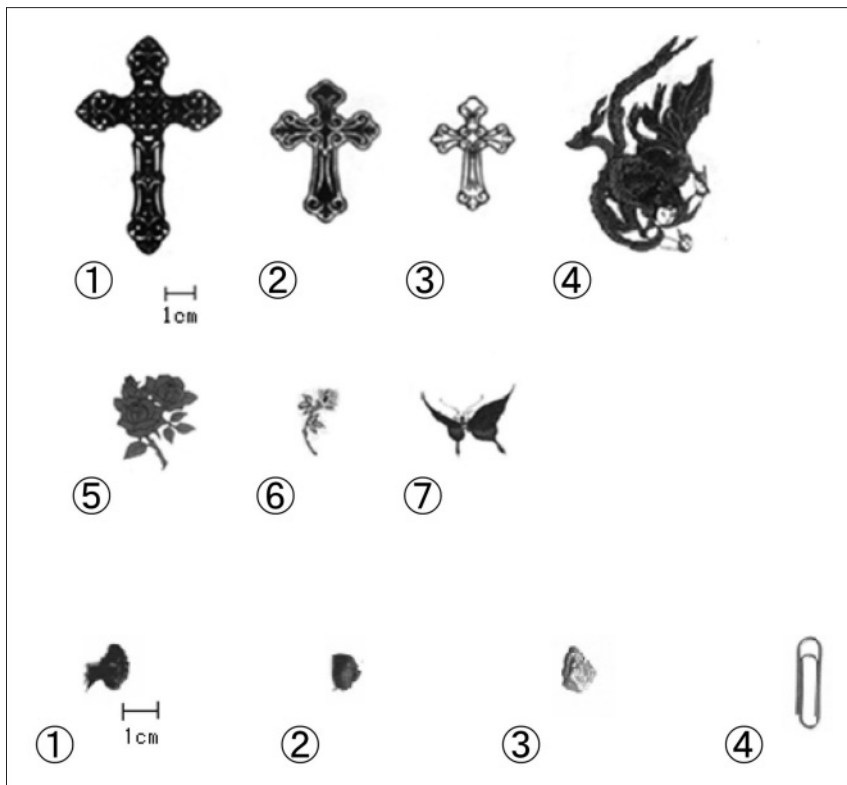


Fig. 2 (a) Various tattoo seals.
 (b) Eye makeup and clip;
 ①mascara, ②eyeshadow,
 ③eyeliner, and ④clip.

Table 1 Translation force against tattoo seals

Subject	Mass (mg)	Deflection angle (°)	Translation force (mN)	Electrical conductivity
①	30.6	76	1.20	-
②	18.7	75	0.68	-
③	9.7	66	0.21	-
④	58.5	58	0.92	-
⑤	15.1	74	0.52	-
⑥	3.6	18	0.01	-
⑦	10.7	50	0.13	-

Table 2 Translation force against eye makeup and clip

Subject	Mass (mg)	Deflection angle (°)	Translation force (mN)	Electrical conductivity
mascara	78.6	77	3.34	+
eyeshadow	161.6	41	1.38	-
eyeliner	60.2	0	0	+
clip	264.2	87	49.40	+

きない。さらに強磁性体が含まれていると、眼球に入り込む場合も考えられる¹³⁾ので、つけないように事前に説明すべきである。

4. 結論

ボディアートの一つである刺青シールおよびアイメイクは、力学的作用の観点からは安全だといえる。しかし、検査時にはがれることによる二次的影響が危惧

されるため、確認を行い、つけている場合は取り除くことが望ましい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、サンプルをご提供してくださいました、株式会社東京オリジナルカラーシールセンターの関係各位に深謝致します。

