



TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

『首都大学東京・新技術説明会』

日時: 令和元年7月30日(火)

場所: JST東京本部別館1Fホール

深部組織の定量的触診を可能にする 新しいMRエラストグラフィ技術

首都大学東京
人間健康科学研究科 放射線科学域
准教授 沼野 智一

本研究・発明に関して、他企業との連携に支障はありません。



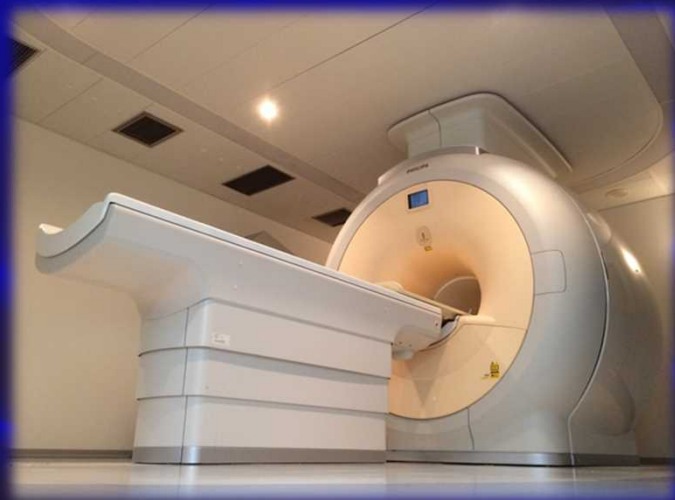
研究の背景

1. MR Elastography (MRE)とは

- ・MREの概要
- ・臨床で利用されるMRE
- ・独自技術によるMRE

2. 腰痛

- ・触診
- ・非特異的腰痛



新技術の説明



TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

Elastography

-弾性率画像法-

tomo-:切断

angio-:血管の

ultrasonic:超音波

elasticity:弾性

-graphy:画像法

tomography:断層画像法

angiography:血管造影法

ultrasonography:超音波画像法

elastography:弾性率画像法



MR Elastography



TOKYO
METROPOLITAN
U

MREパルスシーケンスと加振装置

Vibration



Active Driver

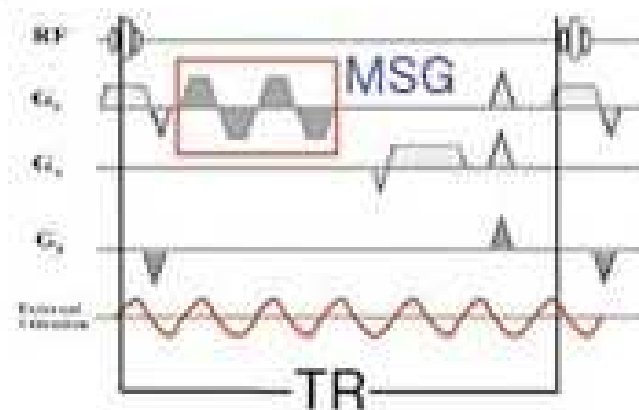


Passive Driver

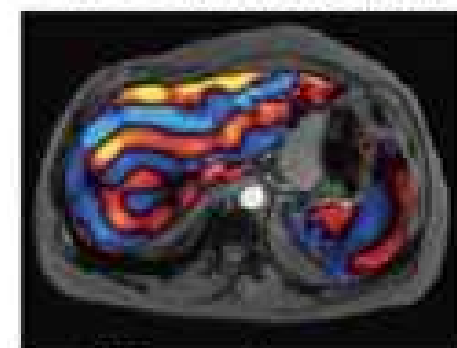
Acquisition



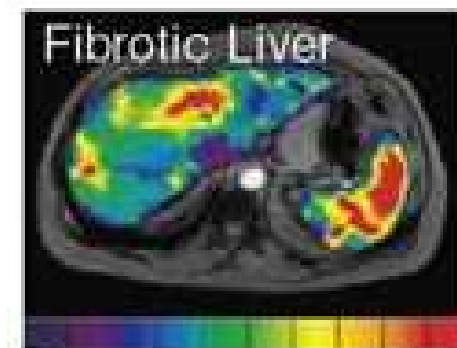
MRE scan



Reconstruction



Wave Image



soft (Stiffness) hard
Elastogram

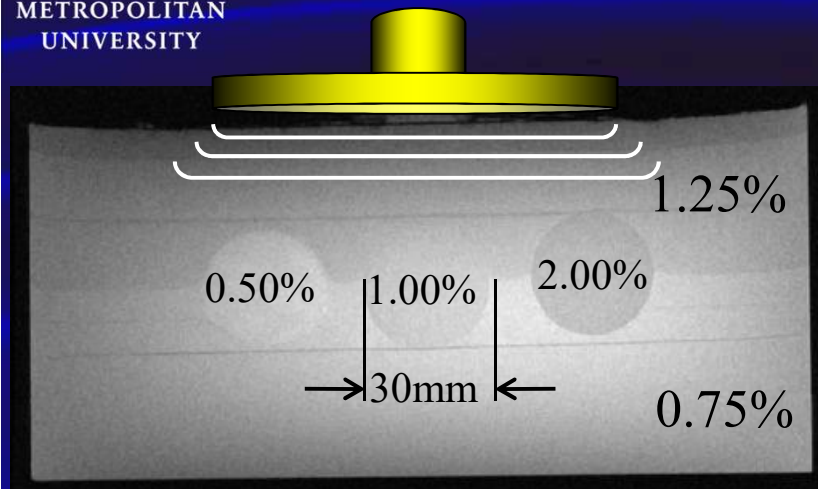


TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

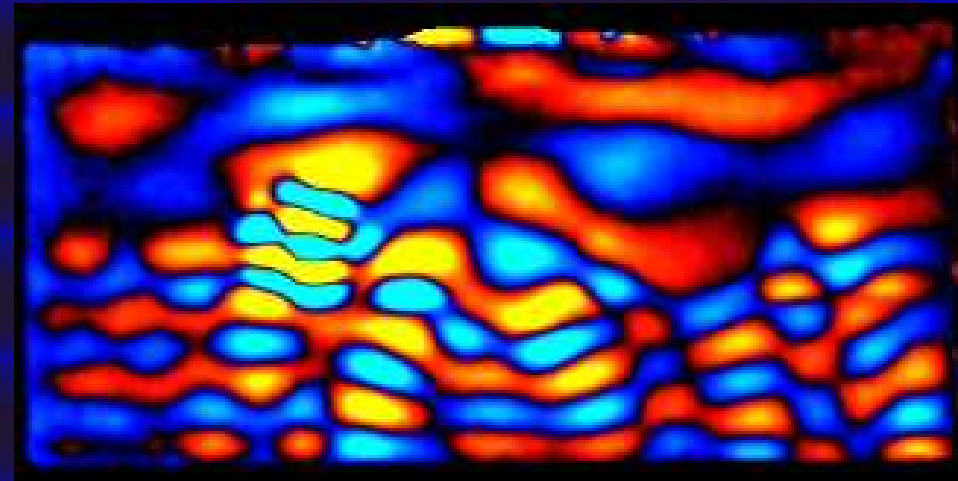
Introduction

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

-Magnetic Resonance Elastography-



局所的に寒天濃度の異なるファントムを作成.



Wave Image

$$\mu = \rho \cdot (\lambda \cdot f)^2$$

μ : ずれ弾性率(Elastogramの画素値)

ρ : 密度

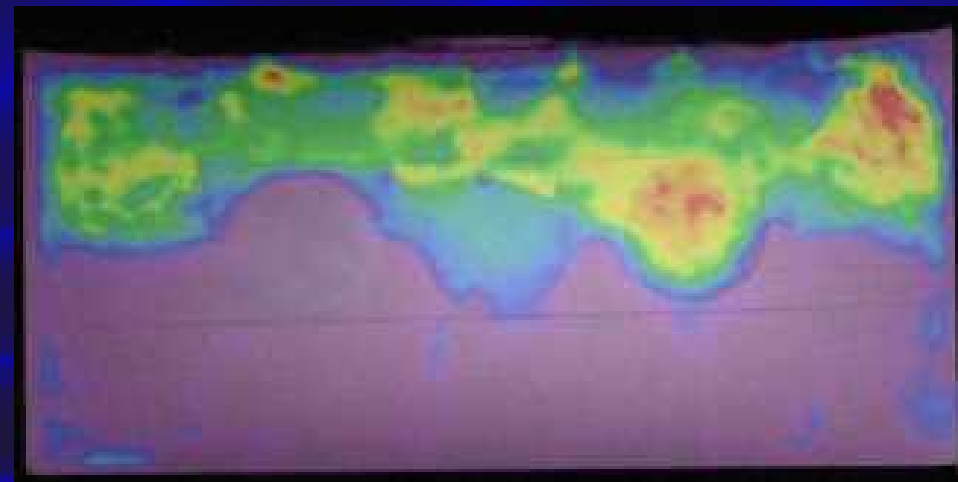
人体を水と近似して1g/cm³

λ : 振動波の波長

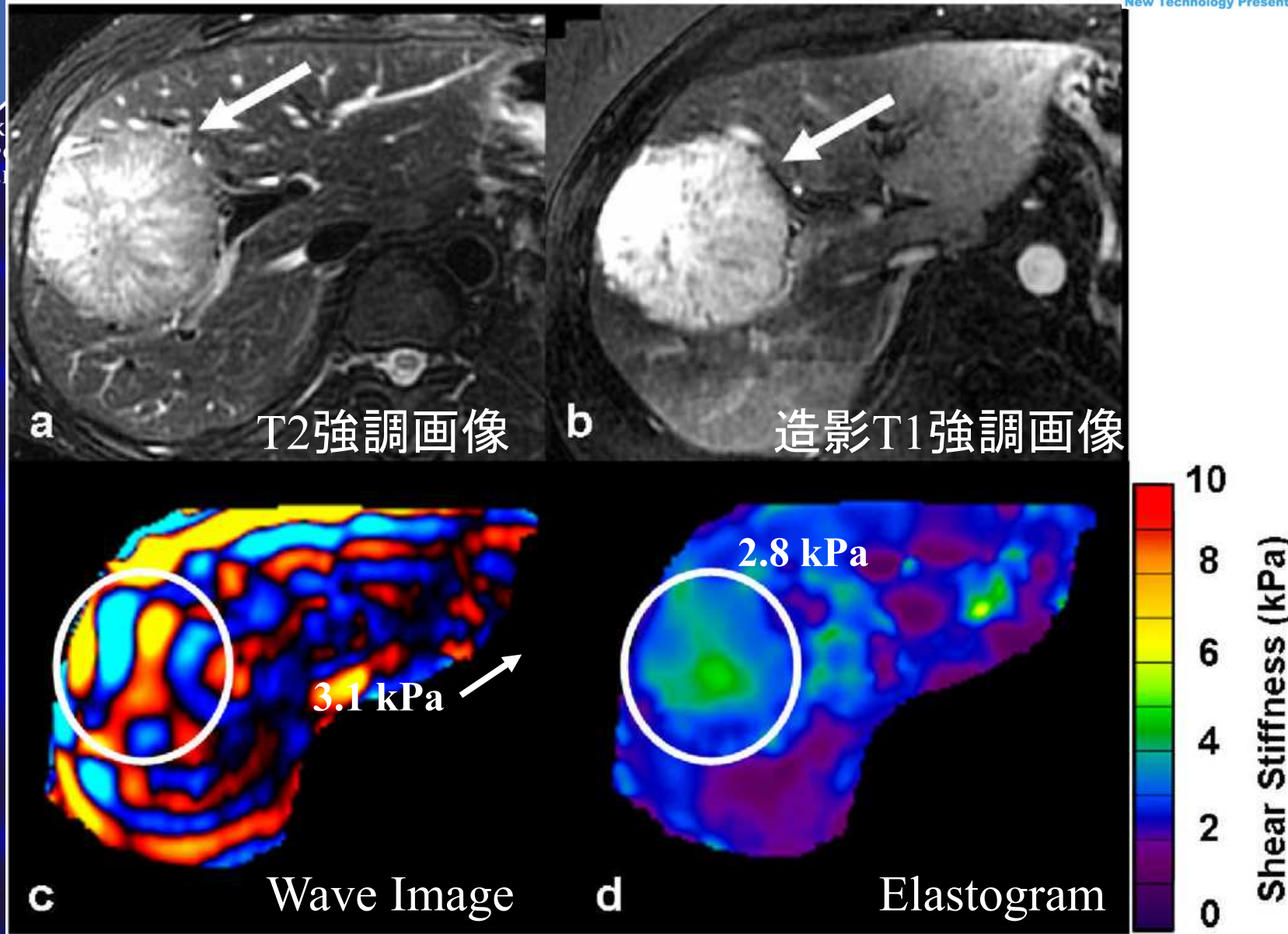
Wave Imageの波長を計測

f : 振動波の周波数

既知である

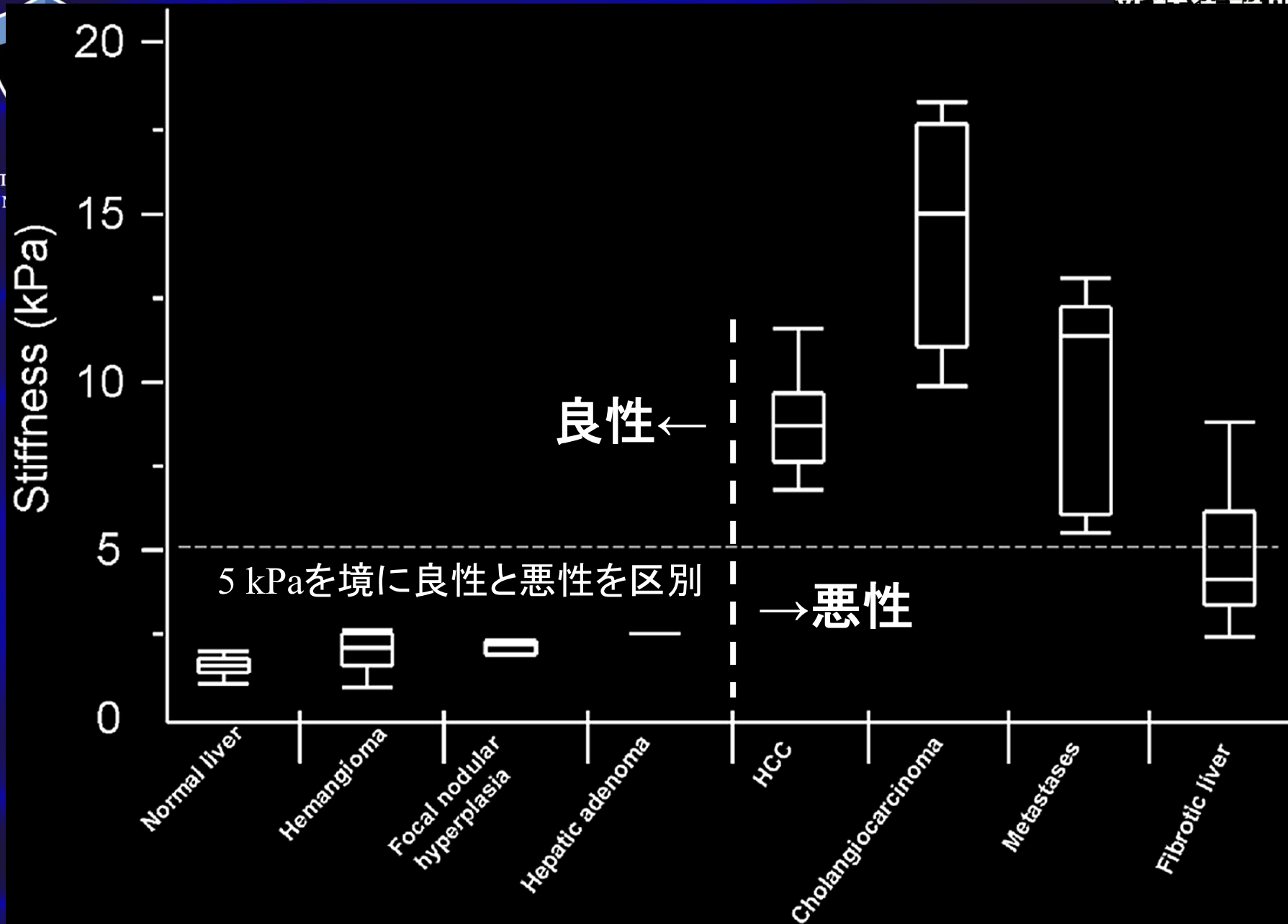


Elastogram



MR Elastography of Liver Tumors: Preliminary Results
AJR 190:1534–1540 (2008)

MET
UT



MR Elastography of Liver Tumors: Preliminary Results

AJR 190:1534–1540 (2008)

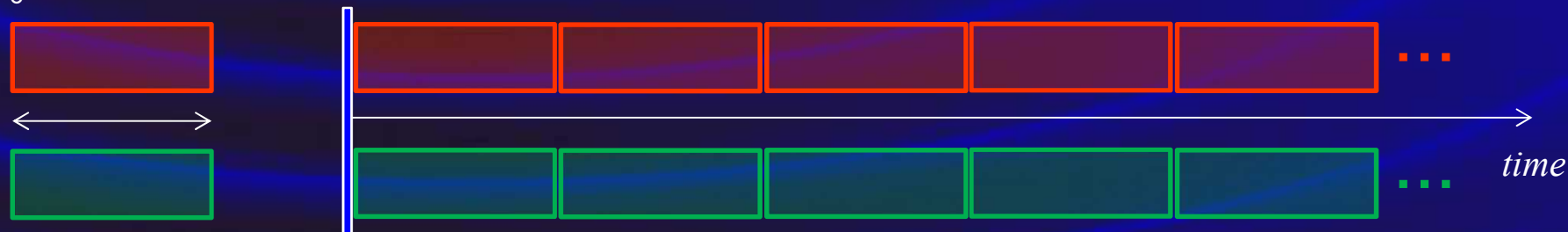
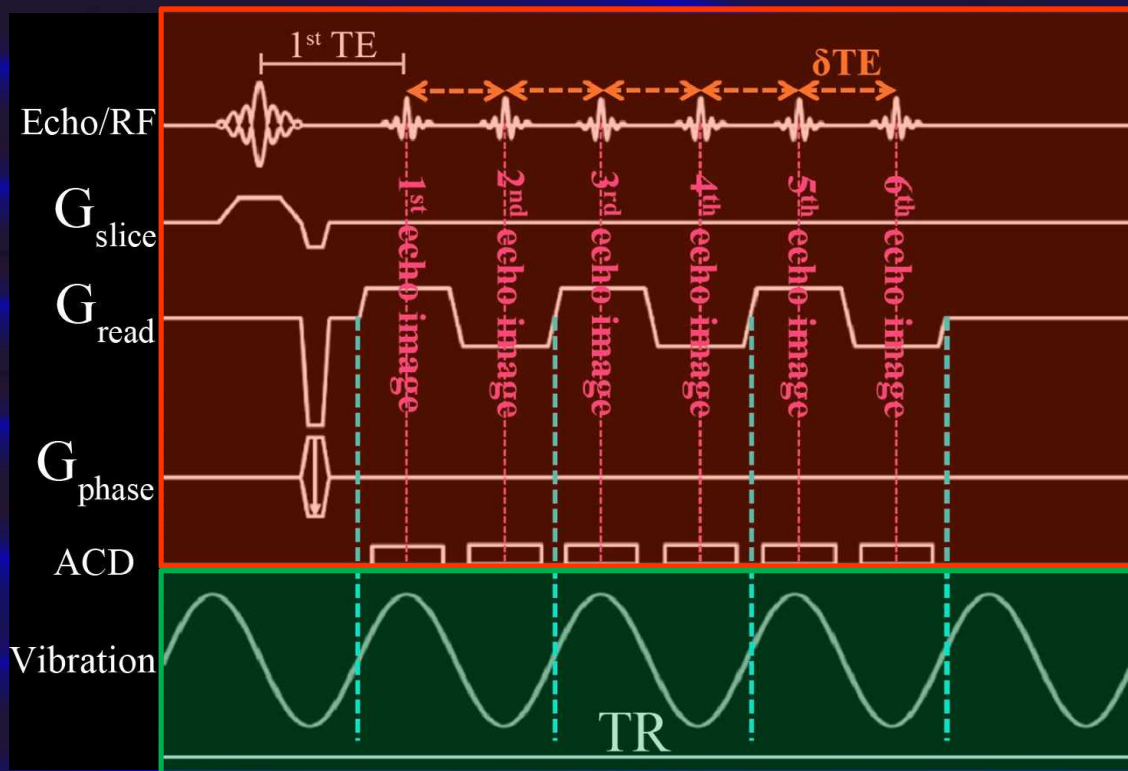


メーカーから独立してMREを実施する技術

TOKYO



- ・振動周波数を $n(1/TR)$ Hzにすることで、TRと振動が調和する。
- ・MRIからの同期信号によって、振動が同期する。
- ・振動の位相は加振動装置が変わる。

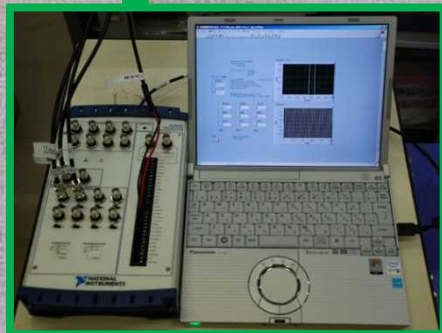




TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

メーカーから独立してMREを実施する技術

Control room



Magnet room



Technical
room



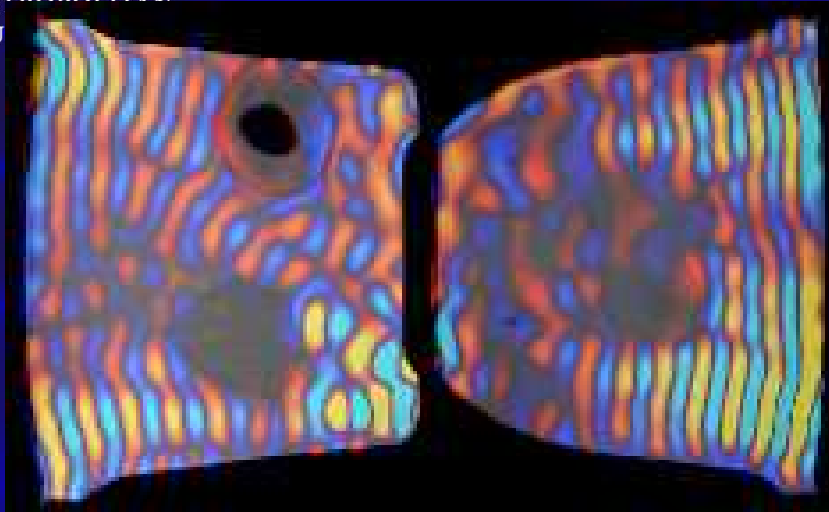


TOKYO
METROPOLITAN
U

本学での実施例

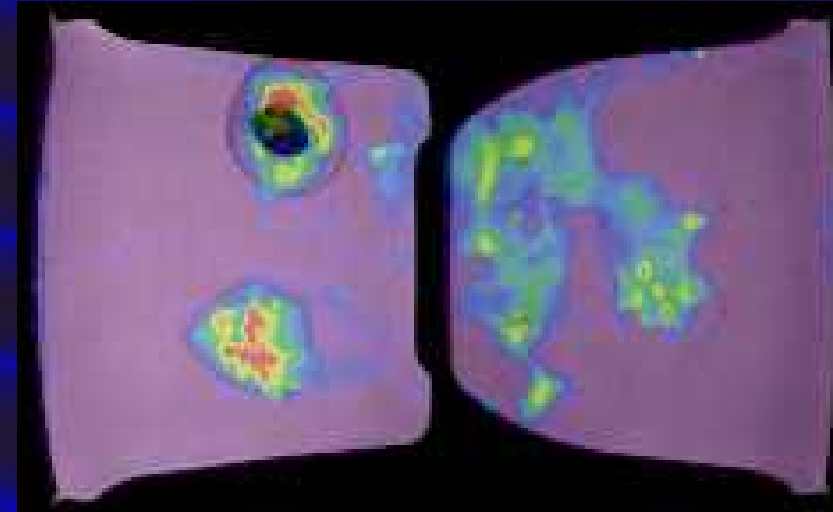
-フルーツ入りゼリー-

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



Wave Image

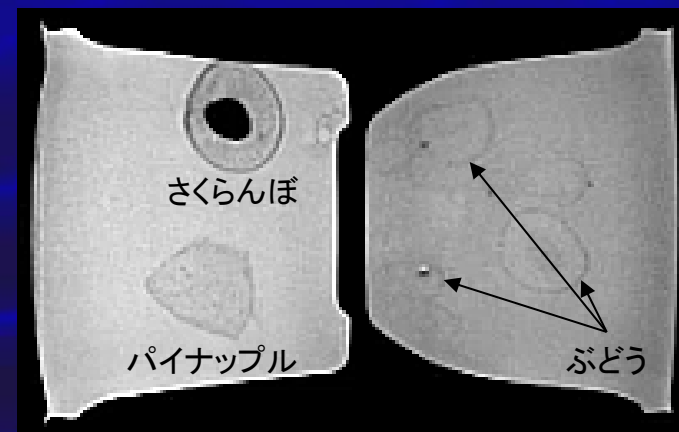
対象内部を伝播するせん断波を可視化した画像。柔らかい物質は硬い物質と比べて波長が短くなる。



Elastogram

Wave Imageの局所波長から算出した弾性率画像。

ゼリーとフルーツを
硬さで区別する。



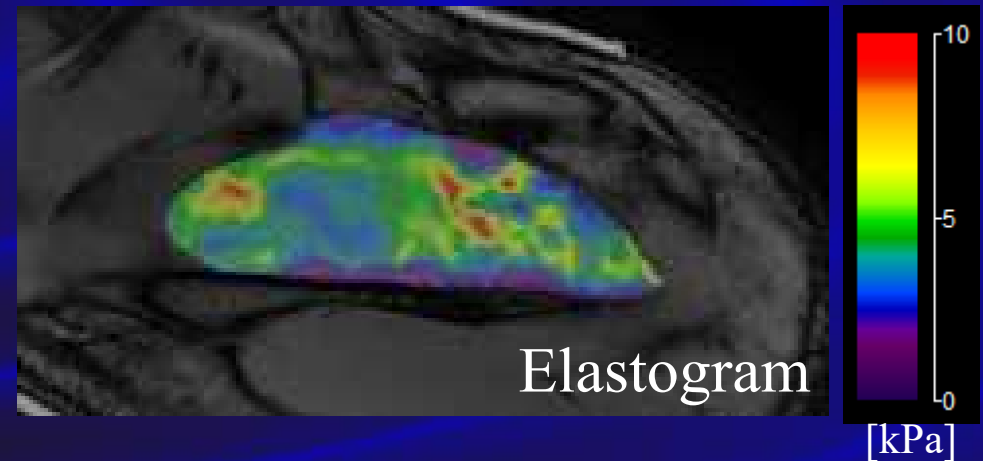
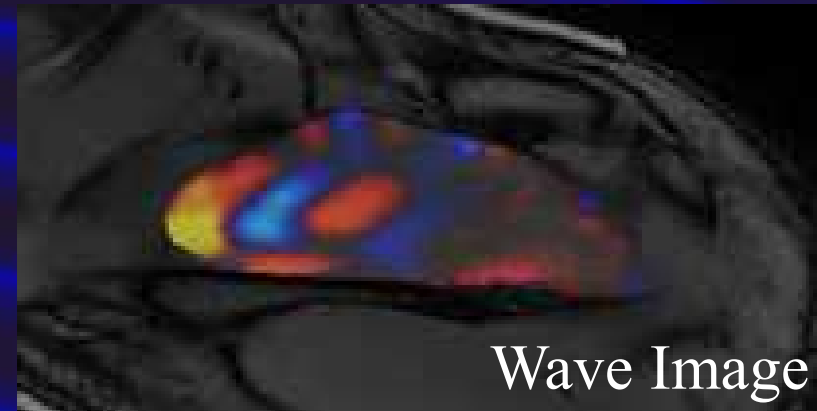


TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

本学での実施例

-肩(棘上筋)-

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



このvolunteer-studyは(公)首都大学東京健康福祉学部研究安全倫理委員会の承認(受理番号17101)を得ている。



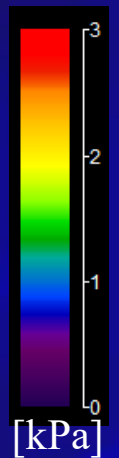
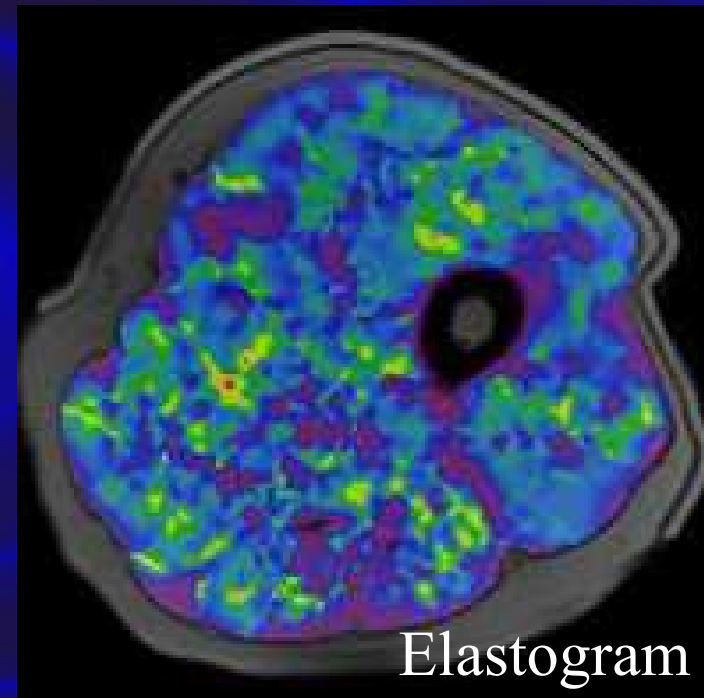
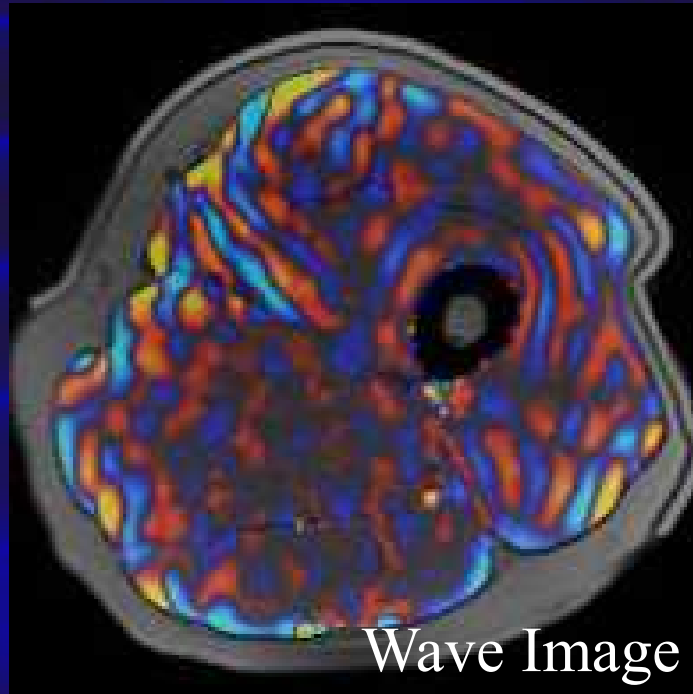
TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY



本学での実施例

-大腿部-

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



このvolunteer-studyは(公)首都大学東京健康福祉学部研究安全倫理委員会の承認(受理番号17101)を得ている。



TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

触診

触診は特別な機器を必要とせず、手軽に実施することができるので、古くから実施されている。

定性的



たとえば...
膵臓の触診は実質的に不可能

しかし、触診は術者の定性的な評価となる上、
深部の臓器には適用できない。



TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

腰痛: Low Back Pain: LBP

特異的腰痛: 15%
(画像診断等で原因が判明)

国内の腰痛(患者)数は
2800万人

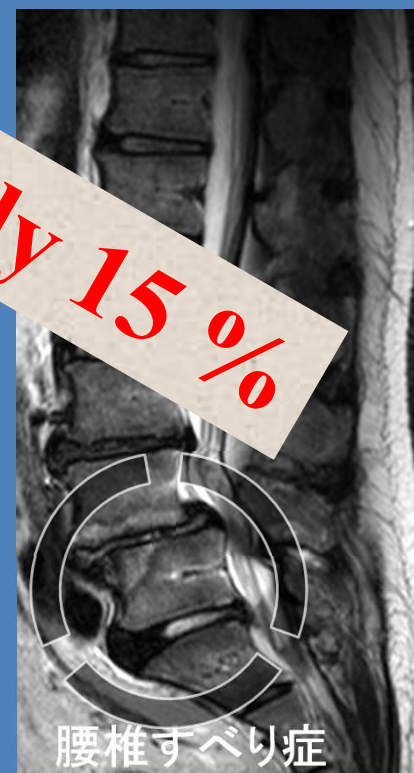
非特異的腰痛: 85%

言い変えると、ほとんどの腰痛
はその原因が分からない。

例えば...



Only 15 %



腰椎すべり症



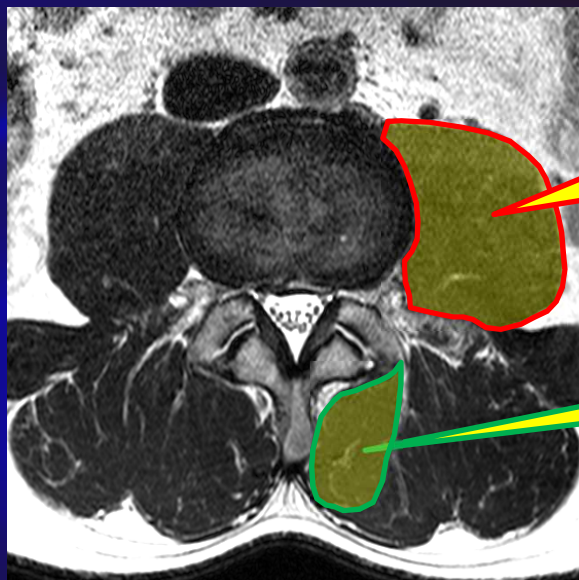


TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

新しい画像診断技術の必要性

MRI features of the psoas major muscle in patients with low back pain.

Eur Spine J. 2013 Sep;22(9):1965-71..



腰痛患者の大腰筋面積が健常者比べて
サイズが大きくなる

はっきりしていない

腰痛患者の多裂筋には脂肪組織が多く含まれる

はっきりしていない

Fat content of lumbar paraspinal muscles in patients with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: quantification with MR spectroscopy.

Radiology. 2006 Sep;240(3):786-92.

これまでに非特異性腰痛の原因を究明するためのスタ
タディが報告されているが、今もよく分からない。



TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

本研究課題の背景

(非特異的腰痛の原因究明の必要性)

- 腰痛は国民病。40歳以上の約2,800万人が腰痛保有。
- 腰痛全体の85%がCT・MRIなどで原因が特定できない非特異的腰痛(原因がわからないので対処療法)。
- 腰痛全体の85%が対処療法なので根本的な問題解決になっていない。

本研究課題の背景

腰痛のトリガーか？

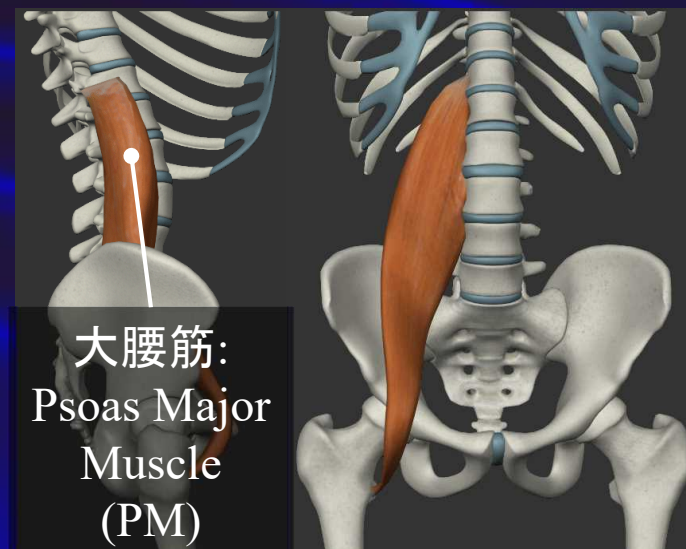
(常に緊張している
ので)PMが凝り
固まってしまう

脊柱起立筋群と
PMの負荷バラ
ンスに乱れが生
じる

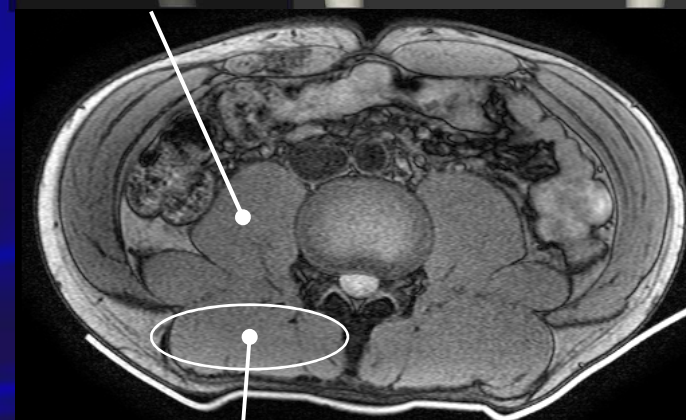
脊柱起立筋が
過負荷状態に

長い間座り
続けると...

非特異的腰痛の
原因に大腰筋の
持続性収縮がある
のでは？



大腰筋:
Psoas Major
Muscle
(PM)

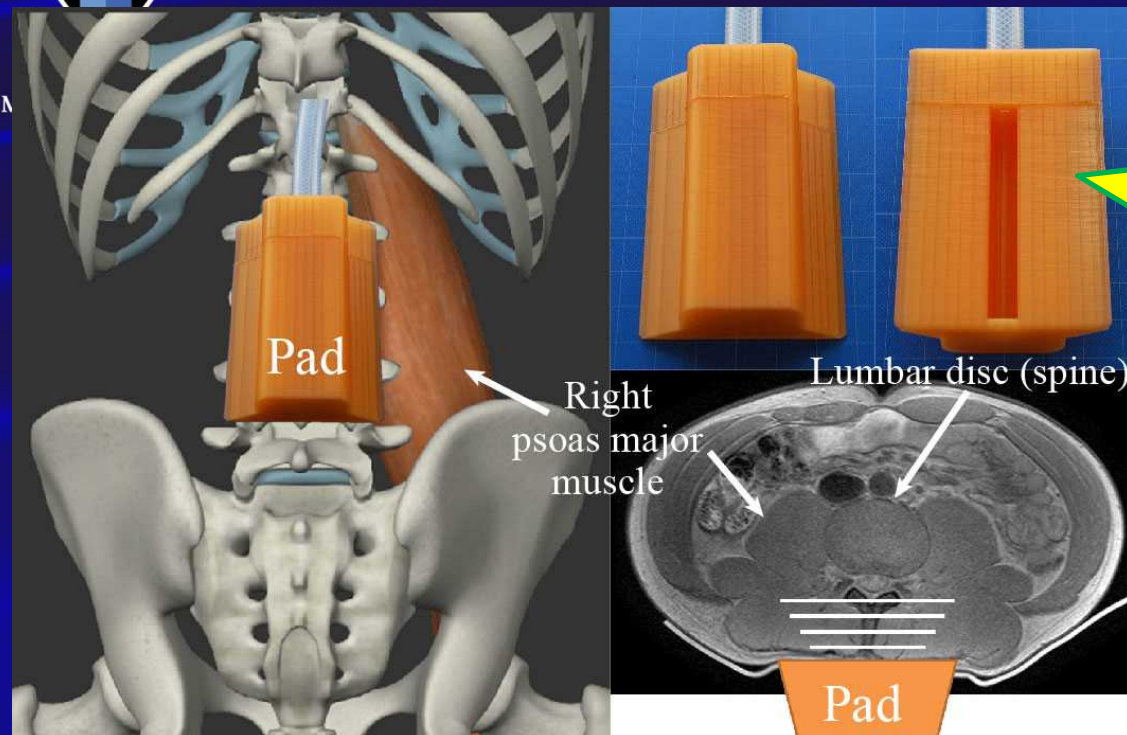


脊柱起立筋群





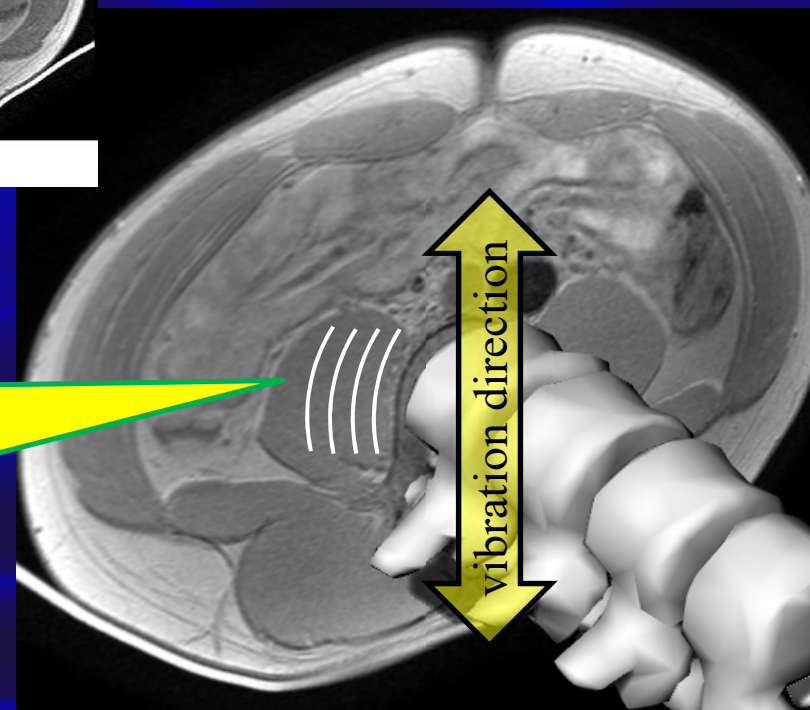
大腰筋を揺らす技術



腰椎を振動させるために特化した振動パットを設計・開発した

* 振動強度はマッサージ用のバイブレーターと同程度. 極端に強い振動を与えているわけではない.

腰椎が振動したことにより発生するせん断波が左右の大腰筋内部を伝播する



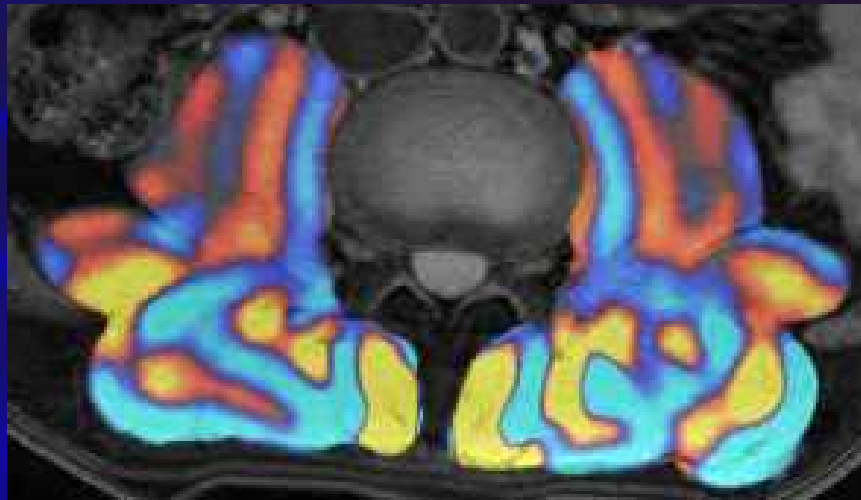


TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

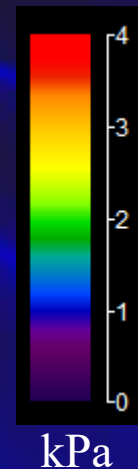
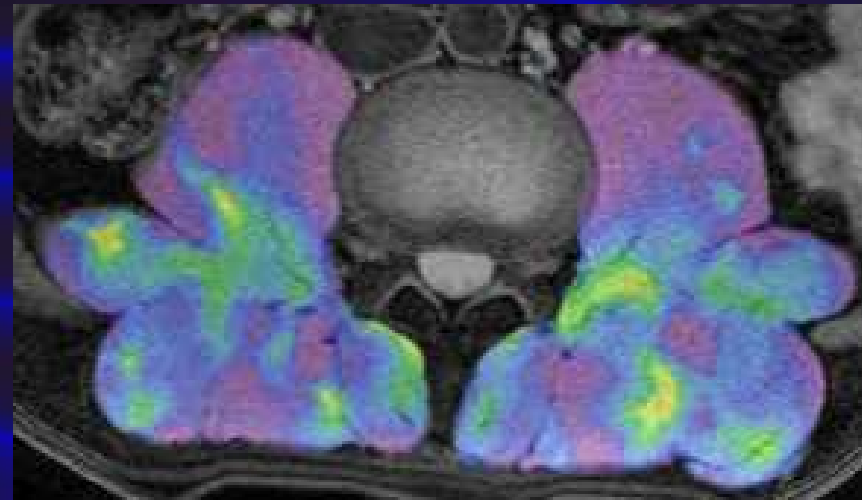
新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

新技術の特徴

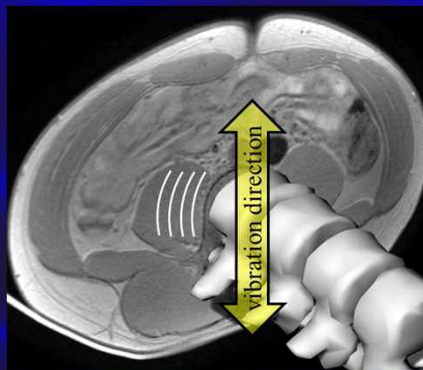
大腰筋(深層筋)のMREが可能



Wave image

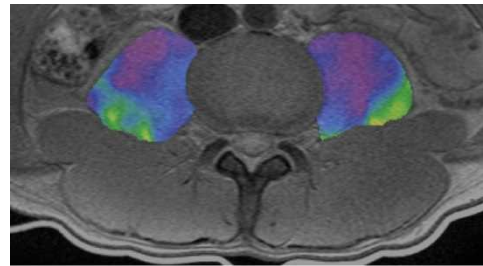


Elastogram

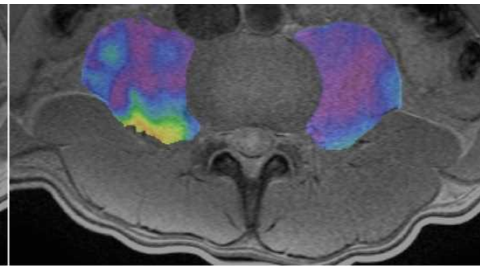


開発した振動パットは腰椎を効率よく振動させることができるので、左右対称に振動を大腰筋に伝達している。本手法は体表面からの振動が伝わりにくい”深部の組織”でも振動を伝達できる。

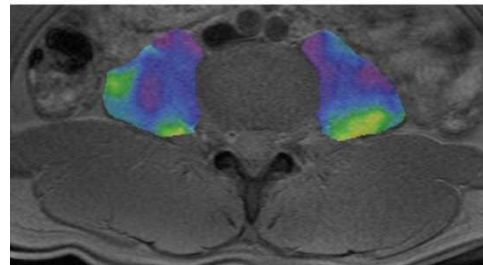
このvolunteer-studyは(公)首都大学東京健康福祉学部研究安全倫理委員会の承認(受理番号17101)を得ている。



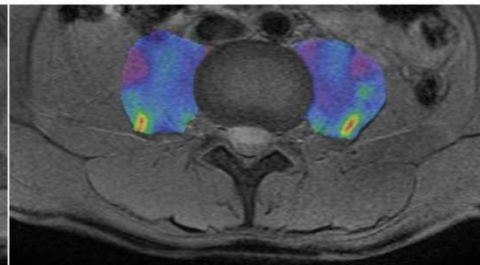
volunteer A



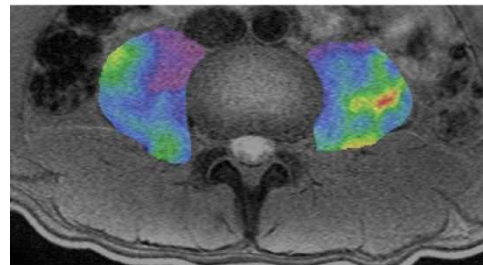
volunteer B



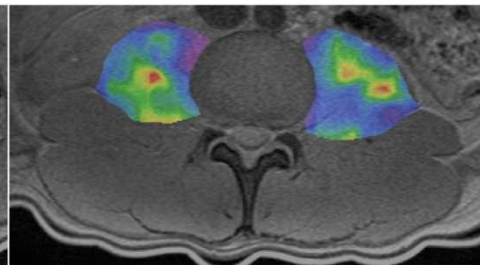
volunteer C



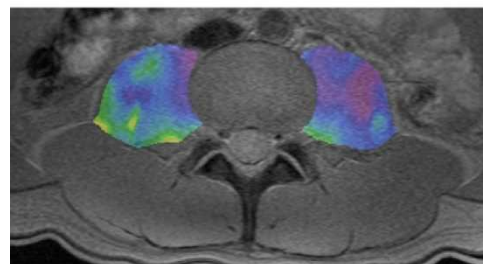
volunteer D



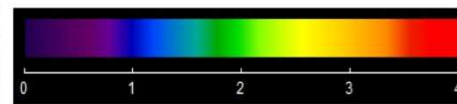
volunteer E



volunteer F



volunteer G



kPa

健常成人男性($n = 7$)のボランティアスタディで得られた大腰筋の硬さを示す。

右大腰筋: 1.23 ± 0.09 kPa

左大腰筋: 1.22 ± 0.15 kPa

(平均値 $\pm$ 標準誤差)

左右の硬さに統計学的な有意差は認められなかった(t-test, $P > 0.05$)。

サンプル数がすくないものの、大腰筋の硬さをMREによって計測した事例は世界初。健常者のサンプルをさらに得ることで、統計学的に堅牢な健常者データを得ると共に、健常者と非特異的腰痛患者間の違いを検証する。



TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

新技術の特徴

● 類似技術との比較

Creze M, Soubeyrand M, Yue JL, Gagey O, Maitre X, Bellin MF. Magnetic resonance elastography of the lumbar back muscles: A preliminary study. Clin Anat 2018;31:514–20.

上記の論文は既製品(肝臓専用MREシステム)を利用して腰部筋肉のMREを実施した報告。本技術と比較して、振動技術が未熟なため大腰筋などの深層筋を揺らすまでに至っていない。

● メーカー対応していない装置でも実施が可能

一般的にMREを実施するためにはMREに対応したMRI装置を新たに購入する必要がある。これに対し、本研究で利用しているMREシステムはメーカー対応していない装置でもMREを実施することが可能である。つまり、すでに臨床で稼働している(購入済みの)MRI装置でのMRE実施が可能であることを示しており、これらの装置を総動員することで大規模な非特異的腰痛の疫学調査を可能にするかもしれない。



TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

実用化に向けた課題

●MRE基礎理論・技術の特許

本手法もMRE基礎理論・基礎技術を元に実施しているため、この基礎理論・基礎技術に対しての特許対策などが必要かもしれない。

●MRI製造メーカーの協力

本手法の実施には薬事認証などの手続きが必要になる可能性がある。よってMRI製造メーカーとの協力が不可欠。

●健常者データの蓄積

大腰筋の硬さを定量的に測定する技術がこれまでなかったため、健常者データも圧倒的に不足している。統計学的に堅牢な健常者データを取得するためにも、更なる健常者データの蓄積が必須。

●非特異的腰痛患者データの蓄積

上記の「統計学的に堅牢な健常者データ」を取得した後、健常者と非特異的腰痛患者間の違いを検証する。



関連する知的財産権・学術文献

【学術文献】

- Ito D, Numano T, Takamoto K, Ueki T, Habe T, Igarashi K, Mizuhara K, Nishijo H: Simultaneous acquisition of magnetic resonance elastography of the supraspinatus and the trapezius muscles. Magnetic Resonance Imaging 2019;57:95-102
- Ito D, Numano T, Mizuhara K, Takamoto K, Onishi T, Nishijo H: A new technique for MR elastography of the supraspinatus muscle: a gradient-echo type multi-echo sequence. Magnetic Resonance Imaging 2016;34:1181-1188
- Numano T, Mizuhara K, Hata J, Washio T, Homma K: A Simple Method for MR Elastography: A Gradient-Echo Type Multi-Echo Sequence. Magnetic Resonance Imaging 2015;33:31-37
- Numano T, Kawabata Y, Mizuhara K, Washio T, Nitta N, Homma K: Magnetic Resonance Elastography using an air ball-actuator. Magnetic Resonance Imaging 2013;31:939-946

【知的財産権】

発明の名称	: 磁気共鳴撮影装置	: 撮影装置
出願番号	: 特開2017-64309	: 特願2019-050724
出願人	: 公立大学法人首都大学東京	: 公立大学法人首都大学東京
発明者	: 沼野 智一	: 沼野 智一, 波部 哲史



TOKYO
METROPOLITAN
UNIVERSITY

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

お問い合わせ先

首都大学東京
産学公連携センター

TEL 042-677-2726

FAX 042-677-5640

e-mail soudanml@jmj.tmu.ac.jp