

リサーチミーティング

手指屈筋腱牽引によるA1 pulleyの
形態評価

2017.01.14

山崎厚郎

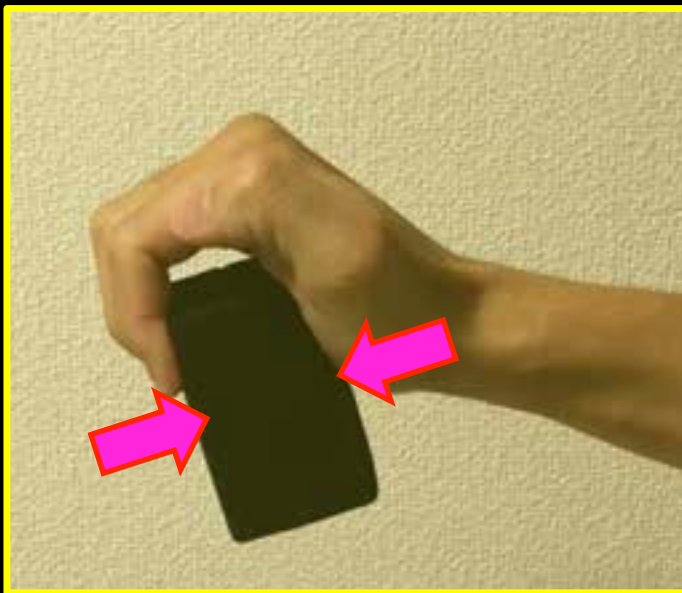
緒言

ばね指の従来の治療法

- 手術
- ステロイド注射
- 安静

緒言

ばね指の**新たな**治療法 ストレッチによる保存療法

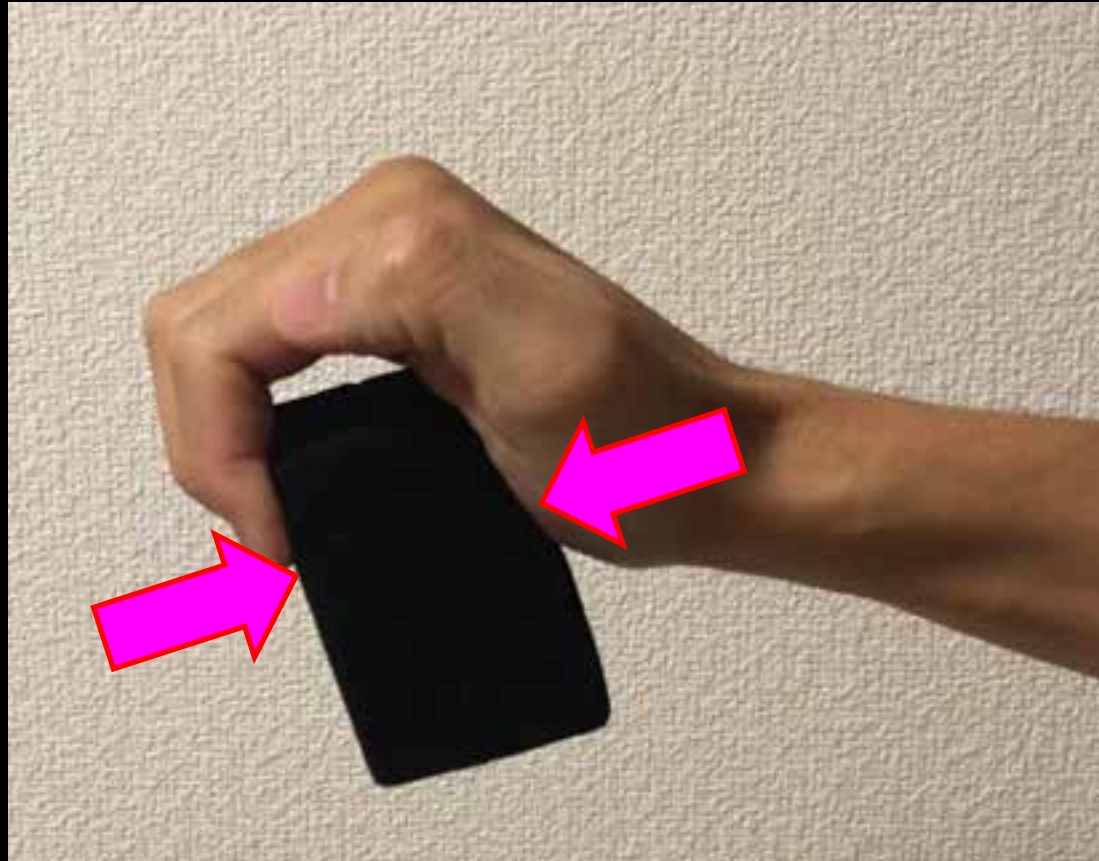


A1 pulleyストレッチ



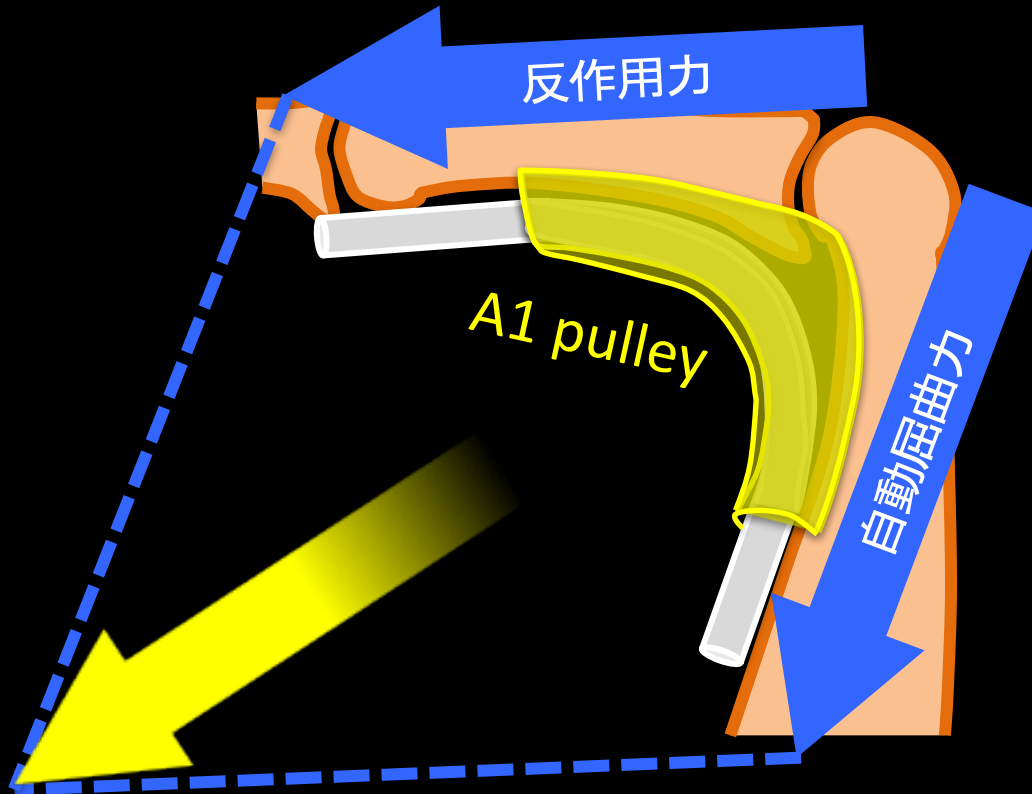
屈筋腱ストレッチ

A1 pulley ストレッチとは



抵抗下に自動屈曲力を発生させるストレッチ

A1 pulley ストレッチメカニズム



自動屈曲力と反作用力の合力でA1 pulleyを掌側へ引き下げ
A1 pulley内腔を拡大させる

Cadaveric study

A1 pulley ストレッチ

— 治療プロトコール確立を目指して—

→ 実際にA1 pulley内腔拡大するか？

→ 必要な
運動強度、持続時間、頻度は？

目的

新鮮凍結屍体を用いてA1 pulleyストレッチを再現し、

A1 pulley内腔断面積を定量的に評価すること

対象と方法

新鮮凍結屍体 3体 17指

– 平均年齢 87.7歳

– 男性 1例、女性 2例

– 示指 5例、中指 6例、環指 6例

(※ 拘縮した指を除外した)

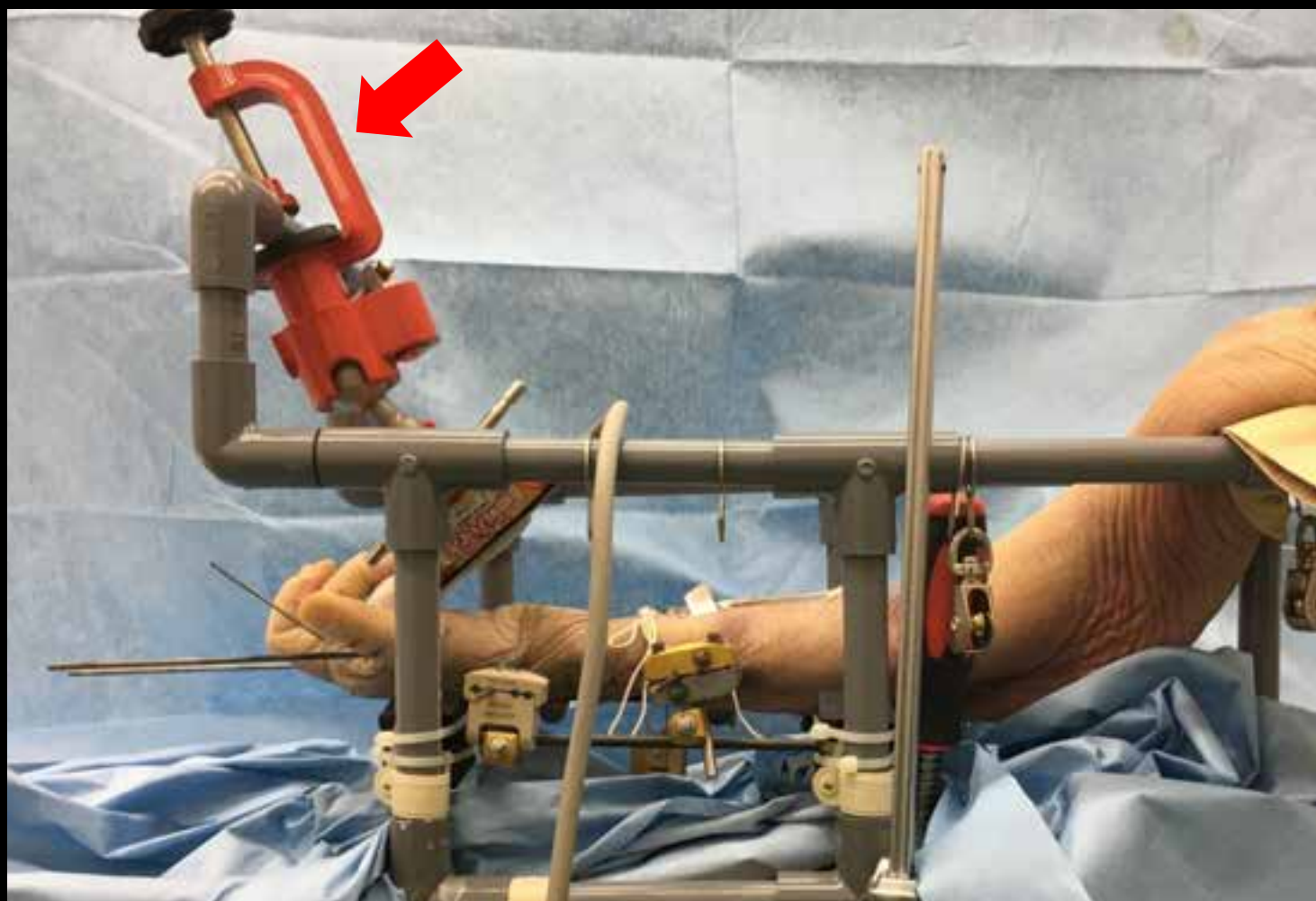
対象と方法

各指の深指屈筋腱を牽引し

エコーを用いて

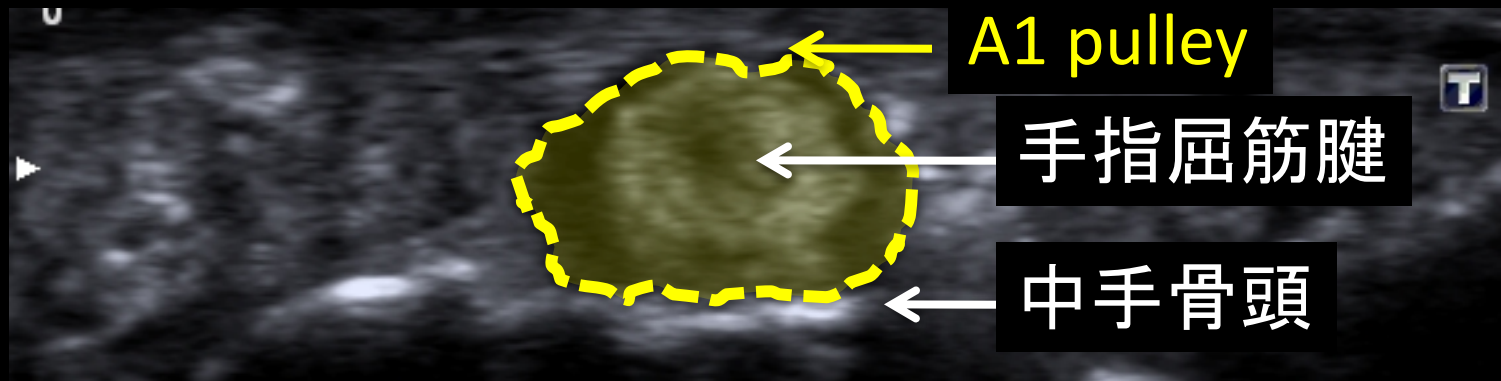
A1 pulley内腔断面積を評価

対象と方法



対象と方法

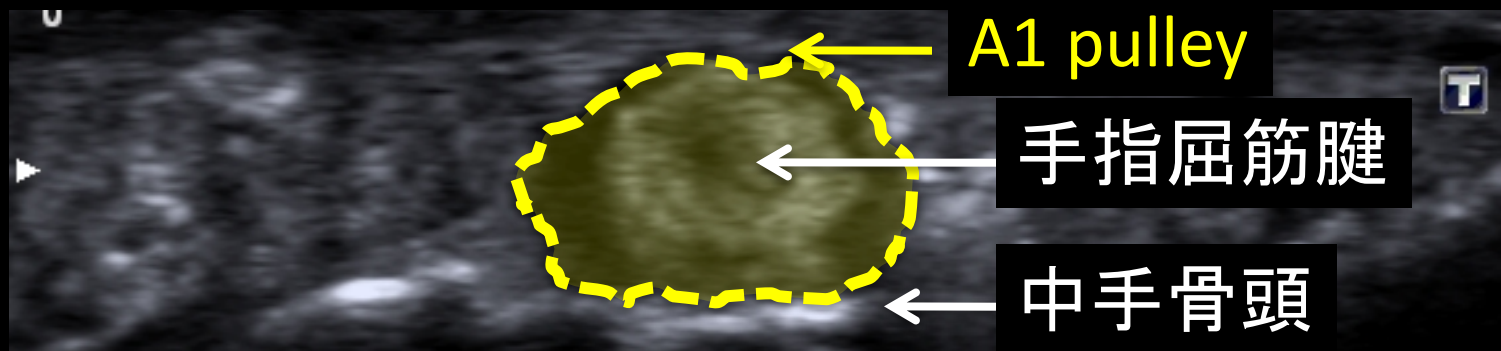
エコー 短軸像



ImageJ[®]NIHにてA1 pulley内腔断面積を計測

対象と方法

エコー 短軸像

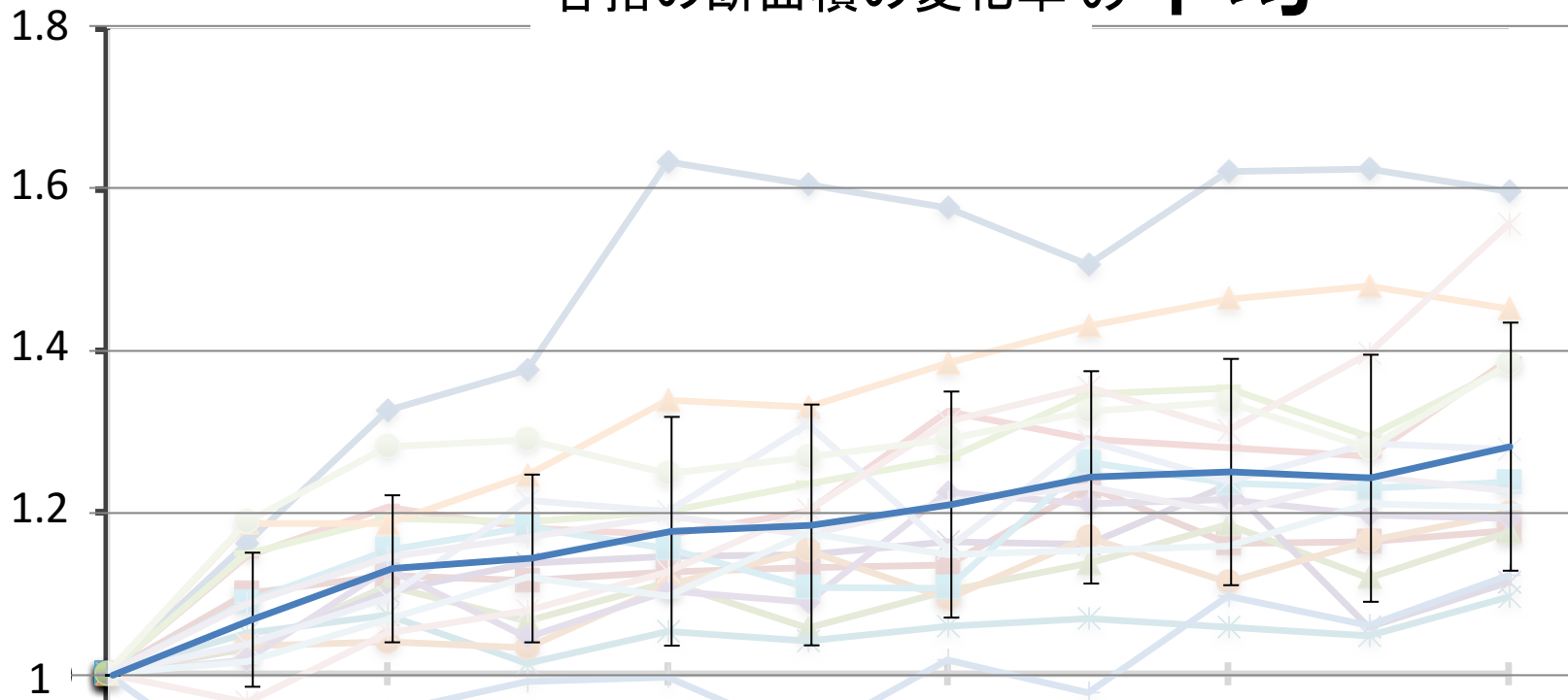


$$\frac{\text{牽引した際の A1 pulley 断面積}}{\text{無負荷時の A1 pulley 断面積}} = \text{変化率}$$

結果

変化率

各指の断面積の変化率の平均

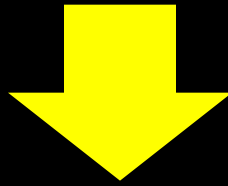


0 最大牽引力49Nで

A1 pulley内腔断面積は平均○○○%増加 ↓)

考察

近年まで、特定のストレッチによる
保存療法の報告はない



- A1 pulleyストレッチを含む保存療法は有効

千葉ら 日手会誌 2015

- ステロイド注射にストレッチ併用で再発率低下

岩倉ら 日手会 2016

考察

Iwakura et al, FESSH 2015



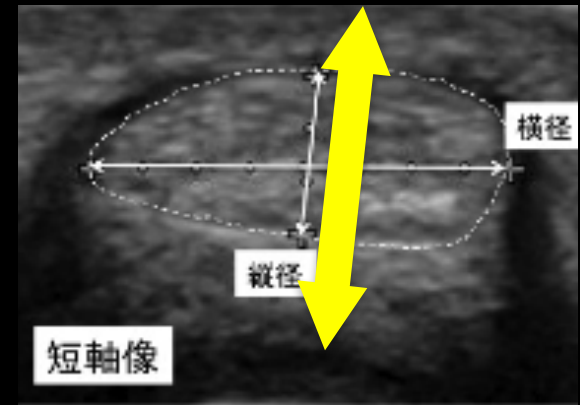
健常者

伸展位



健常者

PIP・MP関節屈曲位



抵抗下でのPIP・MP関節屈曲 にて A1 pulley 縦横比 ↑

この運動が ロッキングや弾発現象 の改善もたらず

考察

本研究

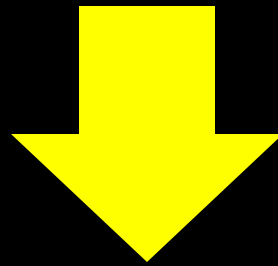
- 抵抗下での屈曲 (=A1 pulleyストレッチ)を再現
- 手指とプローベを固定し

屈曲力に依存した変化を定量的に評価



考察

屈曲力の増大に伴うA1 pulley内腔拡大を確認



A1 pulleyストレッチにてA1 pulley内腔が拡大し
弾発の症状が改善する

結語

- 新鮮凍結屍体を用いA1 pulleyストレッチを再現した
- 屈筋腱牽引力の増大に伴いA1 pulley内腔が拡大した

Cadaveric study

A1 pulley ストレッチ

— 治療プロトコール確立を目指して—

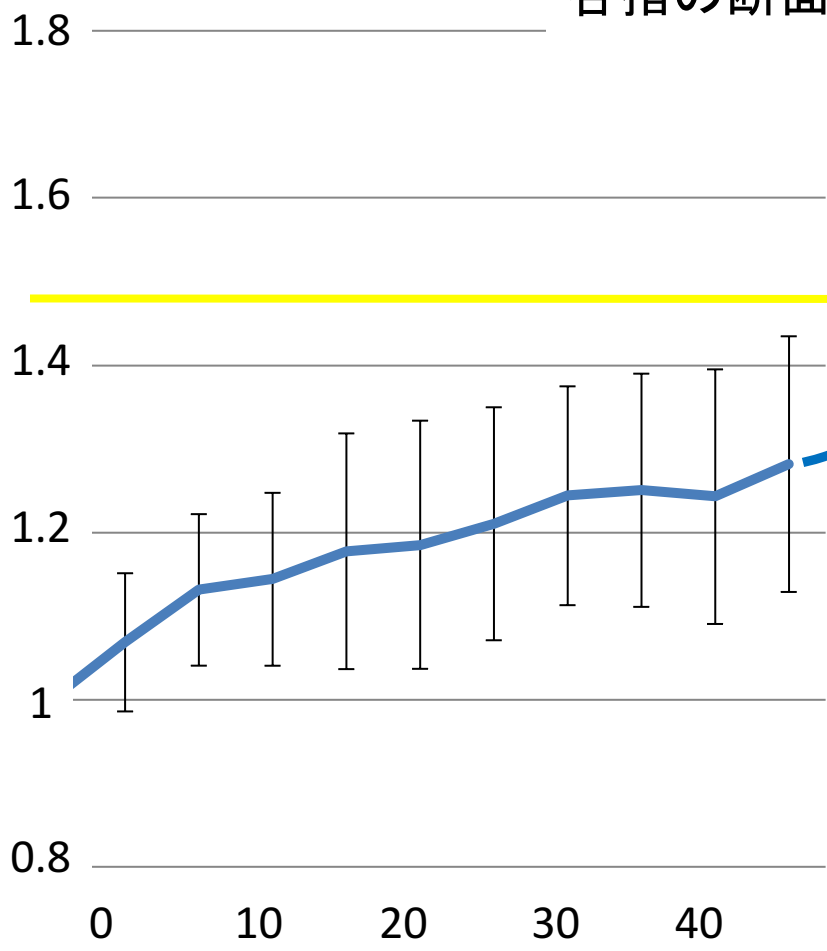
→ 実際にA1 pulley内腔拡大するか？

→ 必要な
運動強度、持続時間、頻度は？

結果

変化率

各指の断面積の変化率の平均



X

牽引力(N)



The diagram consists of two blue rounded rectangular panels. Each panel contains a light blue circle at the top. A large white question mark is centered between the two panels, with a small white square at its base. A horizontal double-headed arrow is positioned below the question mark, with the text $X_{(N)}$ on the left and a question mark on the right.

Cadaverでの
屈筋腱牽引力

実際のGrip力

$X_{(N)}$

?

屈筋腱牽引力 と Tip Pinch, Grip の関係

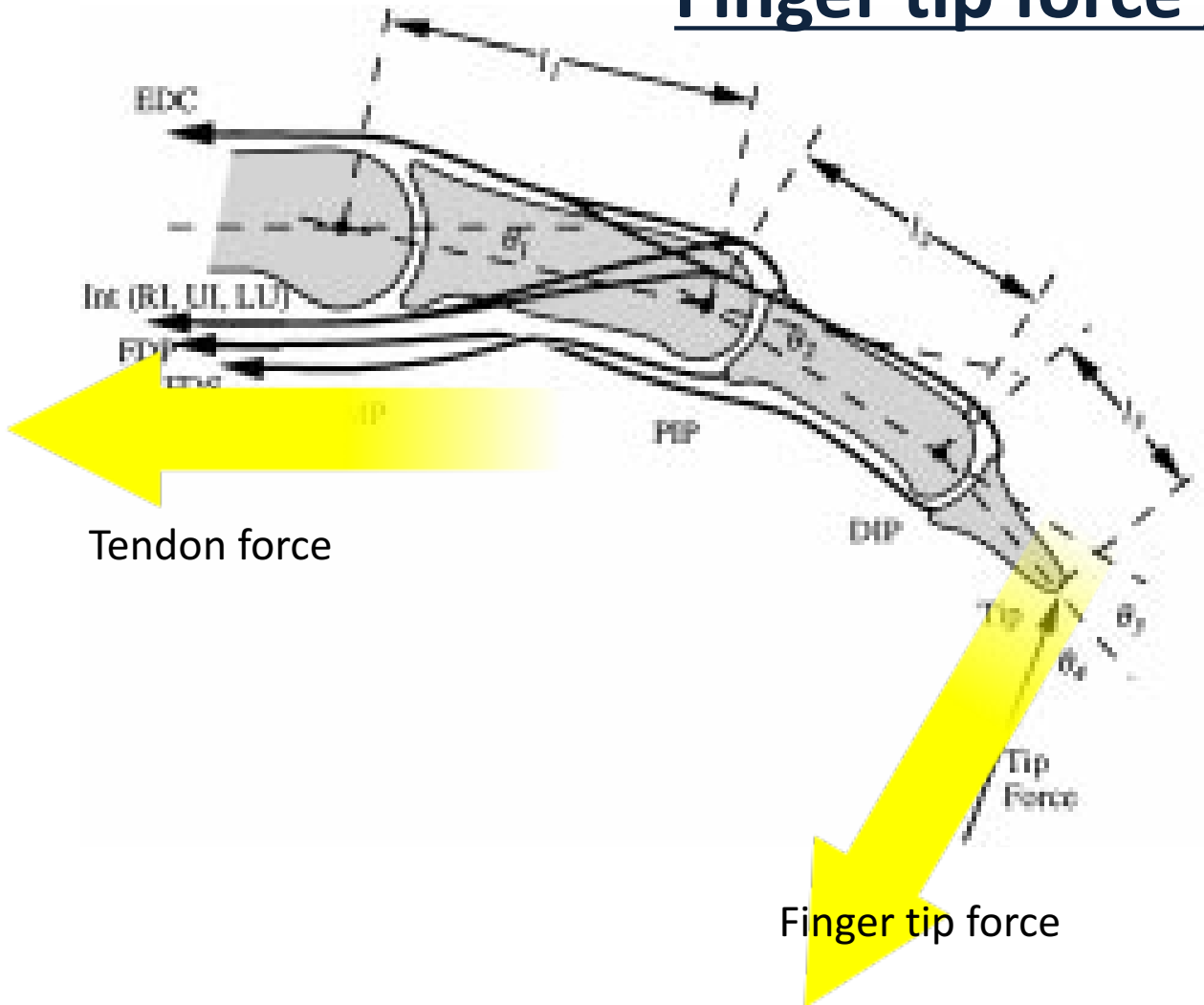
主な検討方法

- Vivo 手根管開放術の術中に計測
- Cadaver での計測

Tensions of the flexor digitorum superficialis are
higher than a current model predicts

Jack Tigh Dennerlein^{a,b}, Edward Diao^c, C.D. Mote, Jr^b, David M. Rempel^{a,*}

Finger tip force / Tendon force



Tensions of the flexor digitorum superficialis are higher than a current model predicts

Jack Tigh Dennerlein^{a,b}, Edward Diao^c, C.D. Mote, Jr^b, David M. Rempel^{a,*}

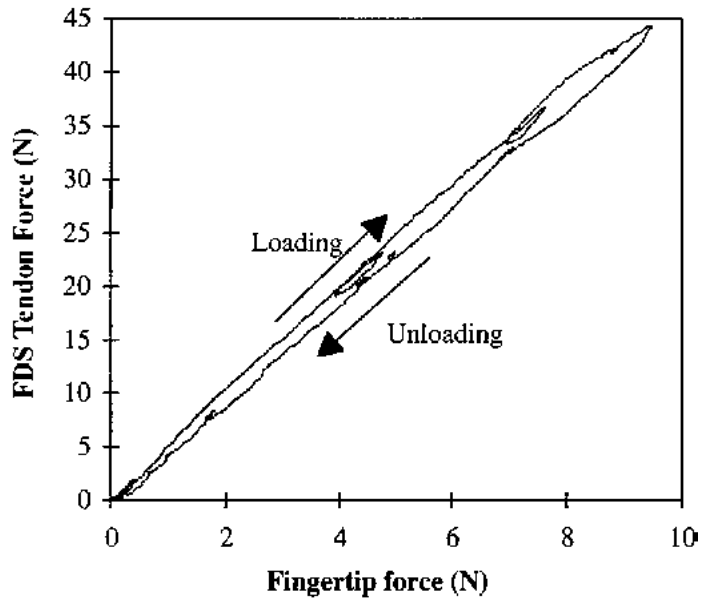


Table 3

In vivo and predicted finger tendon force ratios during fingertip loading. (A) The measured FDS tendon force reported by Schuind et al. (1992). (C) Predicted forces using measured joint postures and the three different solution methods with DIP constraint added to the model. (E) Predicted tendon force ratios using the three different solution methods with DIP constraint added to the model.

	Source	FDS ^a	FDP ^a	Intrinsic ^a
A	<i>In vivo</i>	3.3 (1.4)		
B	Schuind et al. 1992 (<i>In vivo</i>)	1.7 (1.5)	7.9 (6.3)	
C	Method 1	1.1 (0.4)	3.1 (0.7)	
	Method 2	1.2 (0.4)	3.9 (0.7)	2.8 (1.0)
	Method 3	1.2 (0.4)	3.8 (0.8)	2.8 (0.6)
D	Method 1 (DIP Constraint)	3.1 (1.8)	1.5 (1.4)	
	Method 2 (DIP Constraint)	3.7 (2.0)	1.6 (1.7)	1.7 (1.1)
	Method 3 (DIP Constraint)	2.9 (1.7)	2.2 (1.4)	2.3 (0.6)
E	Chao et al. (1989)	0.3–2.1	1.9–3.1	2.4–3.9
	Harding et al. (1993)	0.8–2.7	1.2–3.2	0.5–3.2
	Weightman and Amis (1982)	1.6–2.8	2.1–2.6	1.3–2.6

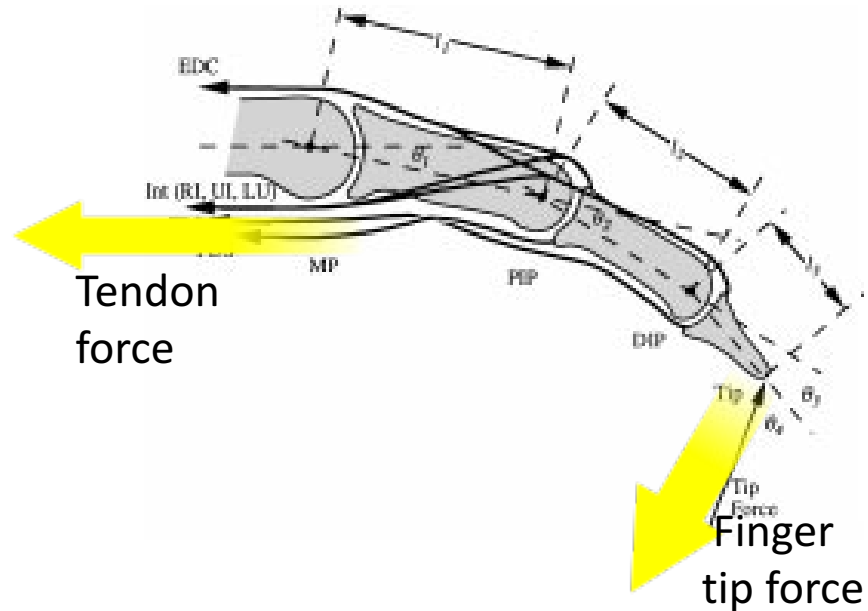
^aMean (standard deviation) tendon force in units of applied tip force.

^bCorrelation (r^2) between the predicted and the measured force.

^cRSME is the root square mean error.

Fig. 2. The FDS tendon and tip force for one subject. The tendon force is proportional to the tip force with correlation coefficients ranging from 0.91 to 1.0 across all subjects. The tendon-to-fingertip force ratio is the slope of the linear regression of the tendon and fingertip force data.

Finger tip force / Tendon force



Ratios of FDS tendon to tip force, subject mean (standard deviations)

	<i>In vivo</i>	Schuind et al. (1992)	Predicted ^a	Chao et al. (1989)	New Model ^a
Tip pinch	2.4 (0.6)	1.7 (1.5)	1.4 (0.5)	1.7–2.1	1.4 (0.5)
Pulp pinch	4.4 (1.4)	N/A	0.9 (0.2)	0.3–1.3	4.2 (1.0)

^aPredicted using solution method 3.

屈筋腱牽引力 と Tip Pinch, Grip の関係

主な検討方法

- Vivo 手根管開放術の術中に計測
- Cadaver での計測

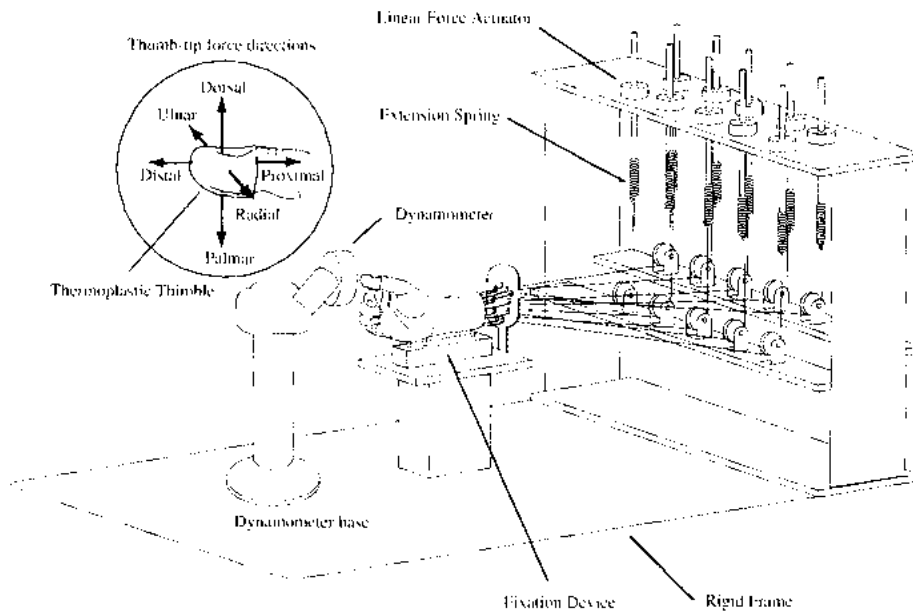


Fig. 2. Computer-controlled loading apparatus.

Table 2.4. Tendon and joint forces ratios to external forces in power grip function

	Finger	Muscle Force				Joint Force		
		FDP	FDS	FDP/FDS	I	DIP	PIP	MCP
Bright et al., 1976	-	4.0-20.0*	1.25-15.0*	-	-	-	-	-
Schuind et al., 1992	-	4.0**	0.6**	6.67	-	-	-	-
Chao et al., 1976	Index	2.77	2.53	1.09	5.76	.09	4.35	12.7
	Middle	3.05	4.23	0.72	.10	.17	7.11	3.9
	Little	3.37	3.40	0.99	5.21	3.31	6.02	4.5
Chao and An, 1978	Middle	3.37	3.75	0.9	1.64	3.89	6.8	5.18
An et al., 1985	Index	3.17-3.47	1.51-2.14		0-1.19	2.8-3.4	4.5-5.3	3.2-3.7

(Note1: *: tendon force, unit: kg; **: mean tendon forces, unit: kg)

(Note2: I: intrinsic (interossei plus lumbrical) muscle)

屈筋腱牽引力 と Tip Pinch, Grip の関係

主な検討方法

- Vivo 手根管開放術の術中に計測
→ 予測値よりも Tip/Tendon 3倍にも
- Cadaver での計測



