



第3回 最終報告会

拓殖大学 工学部 岩崎 海
櫻井 駿
鈴木 悠介
森岡 大輔

目次

1. スケジュール : 森岡
 2. 姿勢改善 : 鈴木
 3. 運動効果 : 櫻井
 4. 使用法検討 : 岩崎
 5. 総括 : 森岡
- 予算執行状況



スケジュール

'21 3~6月: 計画・予備実験1

'21 7月: 第1回報告会

'21 8~11月: 予備実験2・本実験条件の設定

'21 12月: 本実験・第2回報告会

'22 1~3月: 本実験・最終報告会



目次

1. スケジュール : 森岡
 2. 姿勢改善 : 鈴木
 3. 運動効果 : 櫻井
 4. 使用法検討 : 岩崎
 5. 総括 : 森岡
- 予算執行状況



研究概要

背景

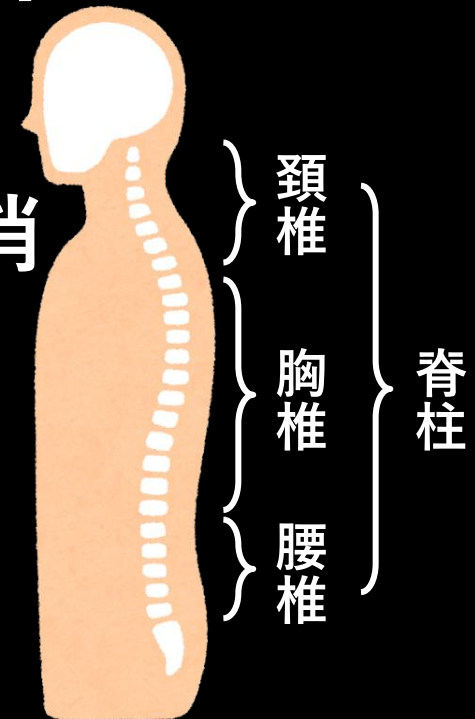
LaLaCoウェア利用での姿勢改善効果の声
→ 脊柱の前後・左右傾きの改善？

仮説

頸椎前弯の抑制・胸椎後弯の解消

方法

動画視聴時と上下運動時の
姿勢の変化を分析



実験方法

視聴する動画

- ・ 普段動画を視聴するシチュエーションを想定して被験者の興味があり動きの激しすぎない動画を視聴

計測位置

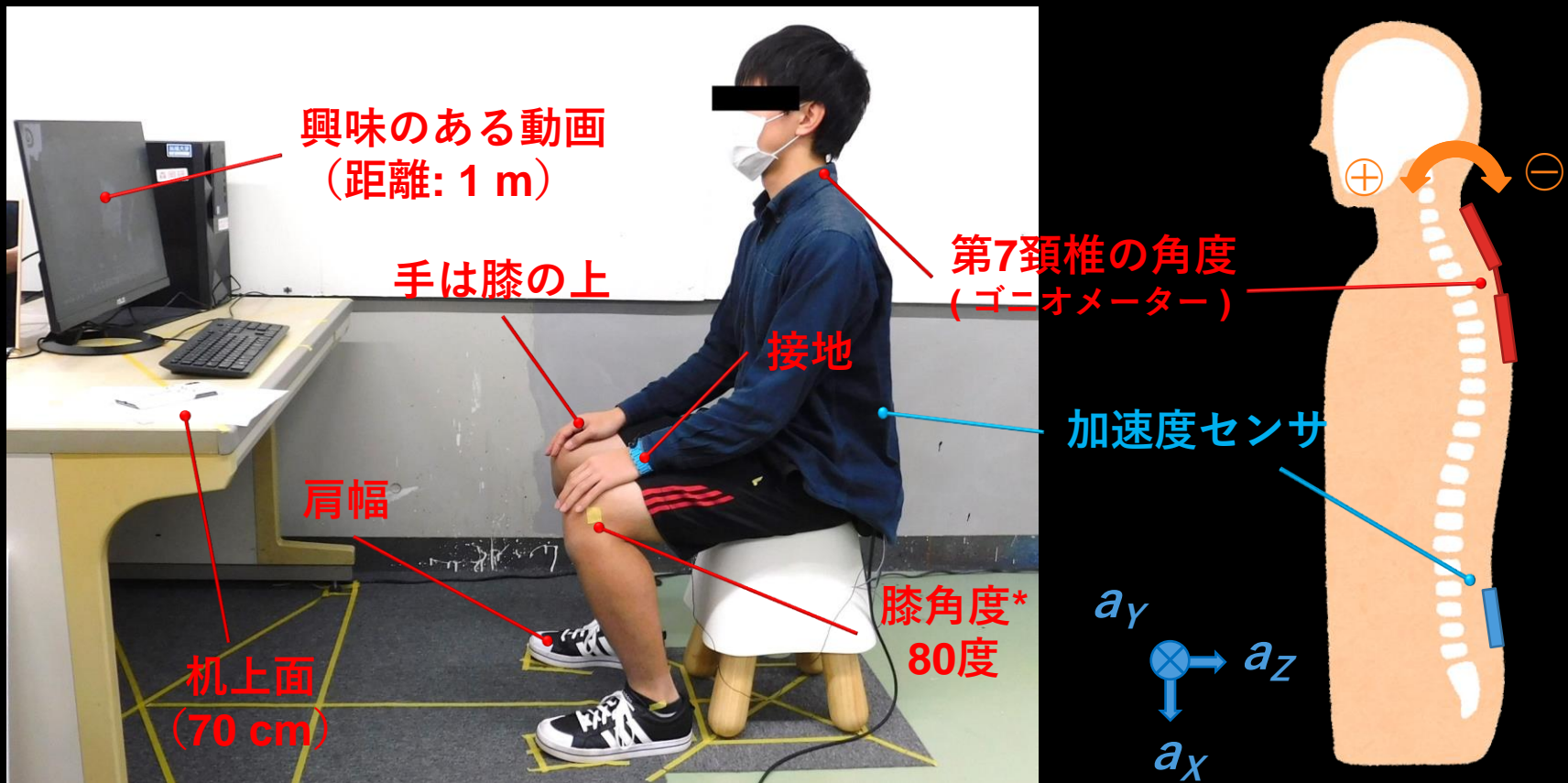
- ・ 予備実験の結果から目線の動きが明瞭な第7頸椎を選定

計測姿勢

- ・ 足を肩幅に開き膝角度を80度とし背筋を伸ばした状態を基準姿勢として選定



実験環境



*矢状面において、大腿骨大転子と外側上顆を結ぶ直線と腓骨頭と外踝を結ぶ直線のなす角度を指す



実験条件

	項目	数値
被験者	人数	10人
	身長	172.5 ± 5.3 cm
	体重	61.2 ± 8.1 kg
	年齢	22.8 ± 3.3 歳
実験条件	姿勢計測時間	350 s
	動画視聴時間	300 s
	運動回数	10, 20, 30 回
	手の位置	膝の上, 下ろす



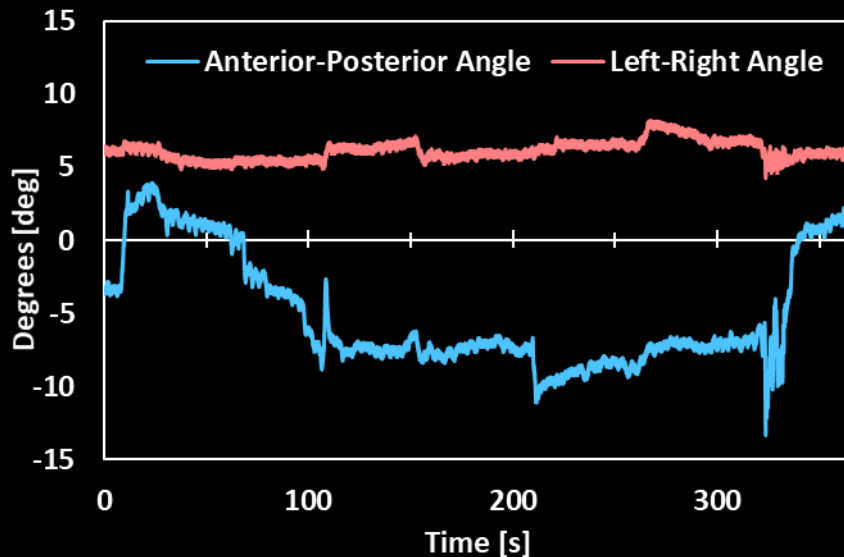
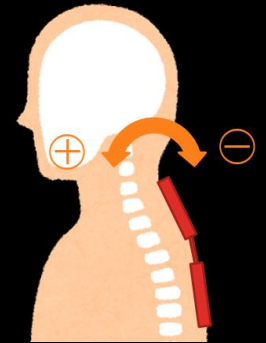
実験結果の一例

動画視聴で頸椎角度に関して2つの傾向が明らかとなった

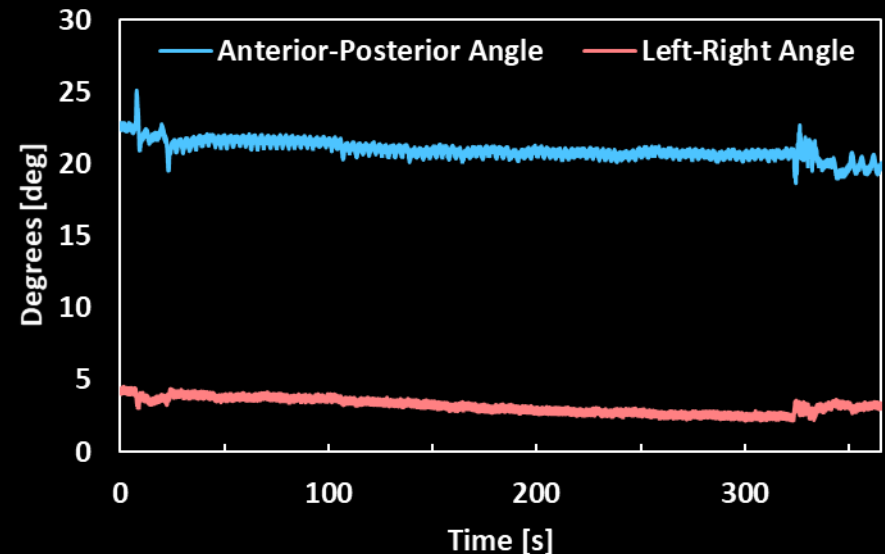
- 前後方向の角度変化の有無

猫背になることで視線を上方向にするため負側へ変化
(頸椎の前弯を示す)

- 左右方向はほぼ変化なし



被験者1



被験者2

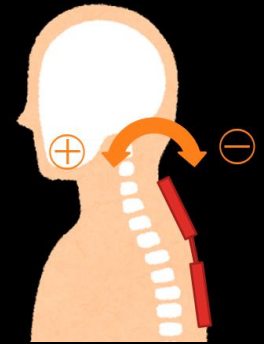


実験結果の一例

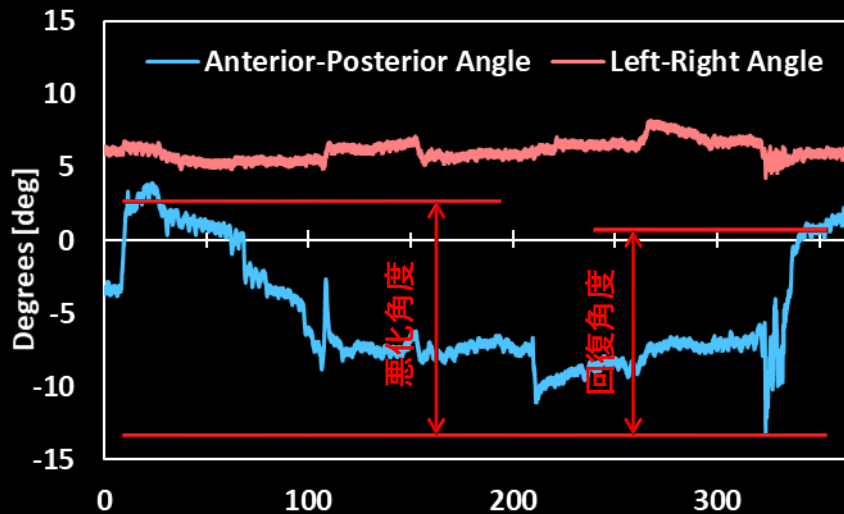
動画視聴で頸椎角度に関して2つの傾向が明らかとなった

- 前後方向の角度変化の有無

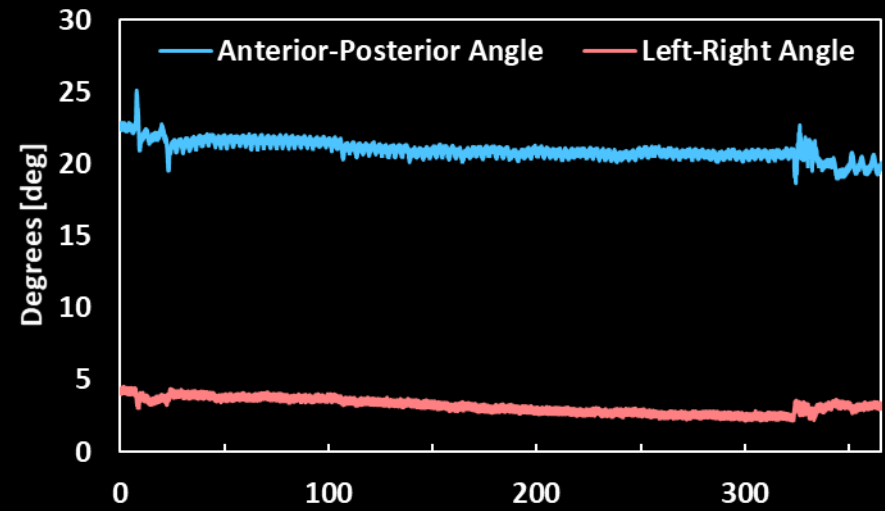
猫背になることで視線を上方向にするため負側へ変化
(頸椎の前弯を示す)



$$\text{改善率算出 [\%]} = \text{回復角度} / \text{悪化角度} * 100$$



被験者1



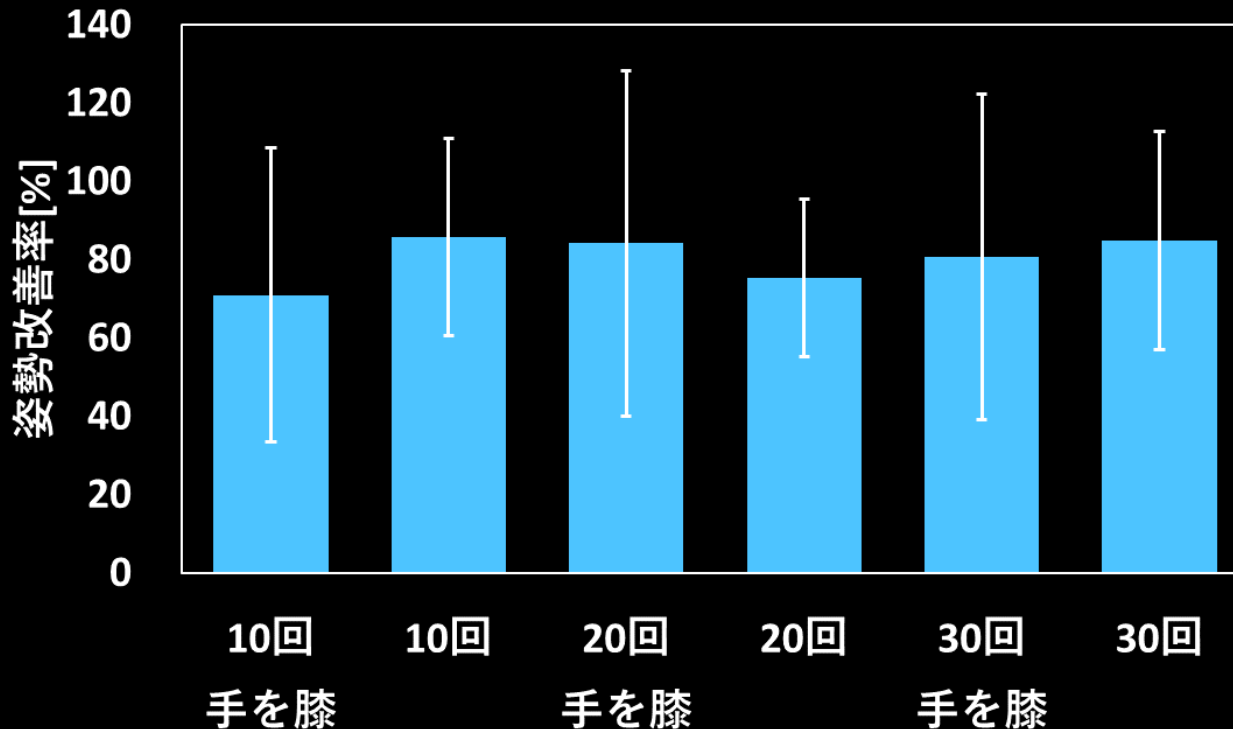
被験者2



実験結果

上下回数の違いで差はあるが、いずれも70%以上改善

- ・手を膝にのせることで改善率の個人差が大きくなる
- ・手を下ろした10回動作が最も改善 (改善率 86%)

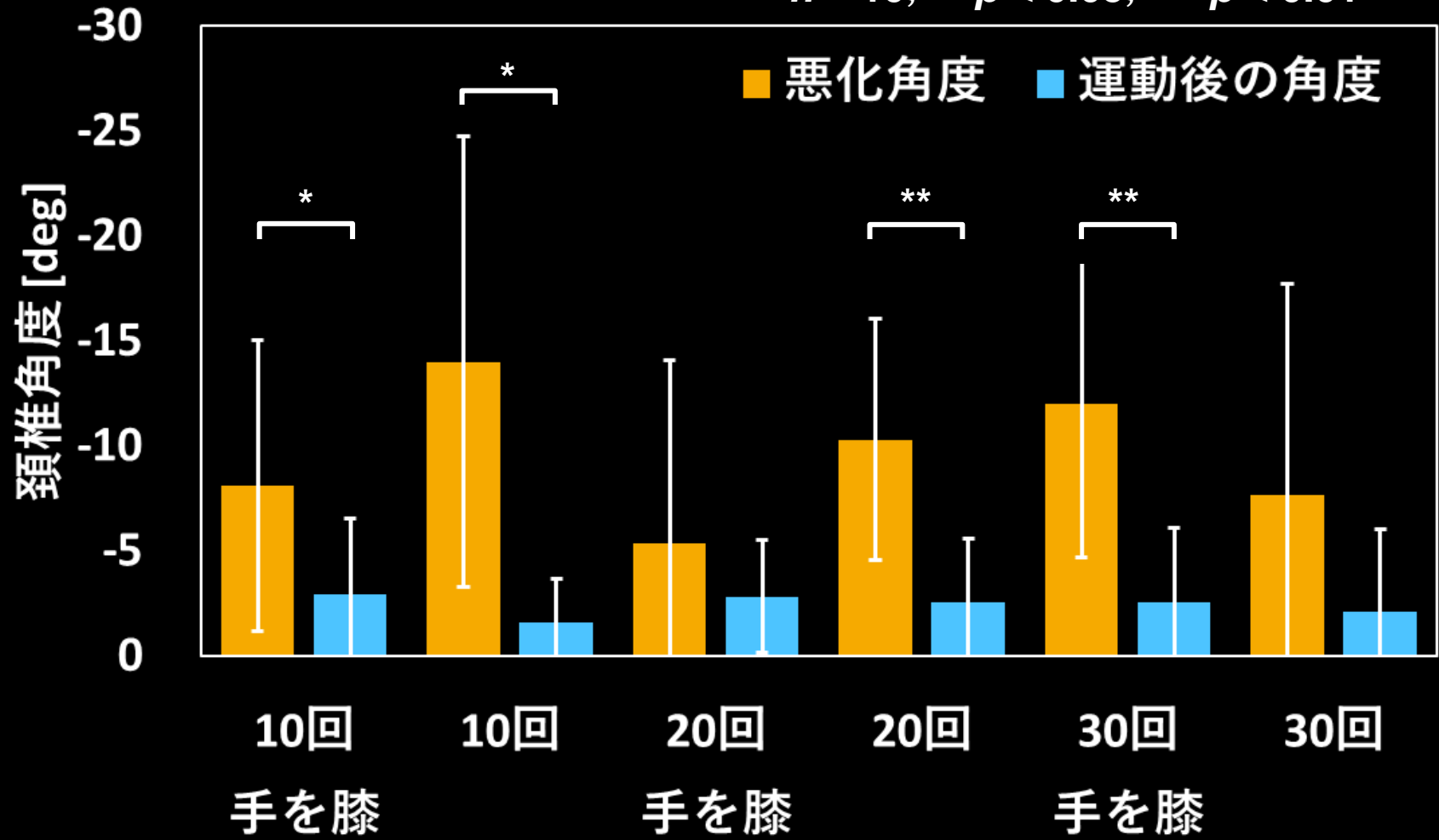


運動回数と手の位置の違いによる頸椎角度改善率



結果（統計）

$n = 10$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



考察・まとめ

実験結果より

- ・ いずれの条件でも70%以上の姿勢改善効果（最大で86%の改善）
- ・ 手をおろした状態で利用するほうがより明らかな改善傾向
→ 手を膝に乗せると前かがみになる事があるため個人差が増える

統計分析より

- ・ 10回，10回膝，20回，30回膝で統計学的に改善効果がある
- ・ 回数が増えると改善効果が減少する傾向

以上から

LaLaCoチェアの改善効果を最大限に引き出すには
手を膝の上に置かず 10回の上下運動 をすること



目次

1. スケジュール : 森岡
 2. 姿勢改善 : 鈴木
 3. 運動効果 : 櫻井
 4. 使用法検討 : 岩崎
 5. 総括 : 森岡
- 予算執行状況



研究概要

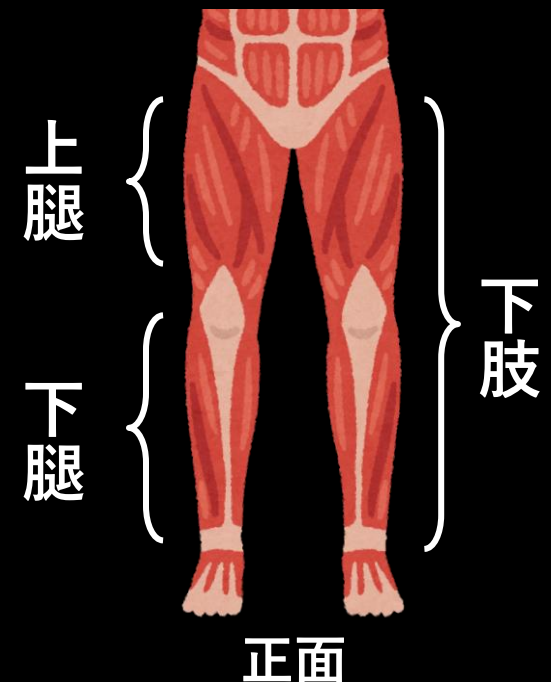
研究概要

運動効果の分析（エクササイズ効果）

→ 上腿・下腿の筋活動の向上

方 法

上下運動時の
下肢筋肉の発火量を分析

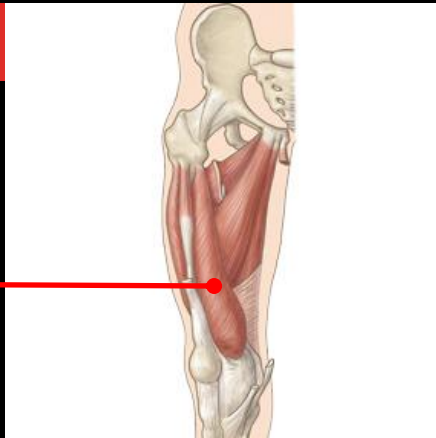


筋電計測位置

大腿二頭筋 https://www.kango-roo.com/ki/image_2179/
内側広筋 https://www.kango-roo.com/ki/image_2167/

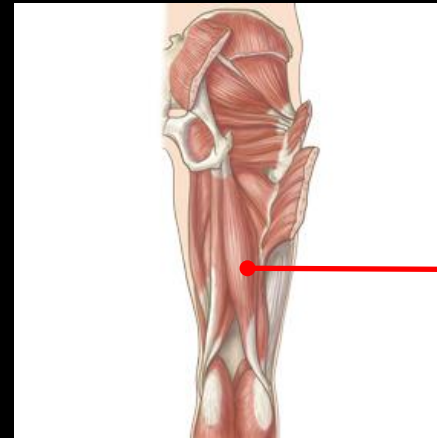
腓腹筋 https://www.kango-roo.com/ki/image_2169/
大腿直筋 https://www.kango-roo.com/ki/image_2183/

前面

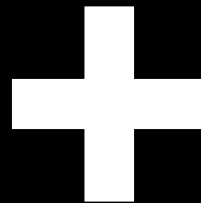


大腿直筋

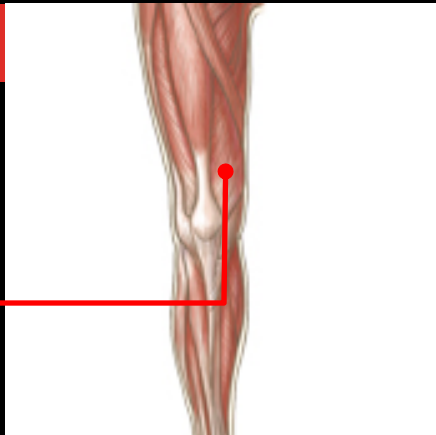
背面



大腿二頭筋

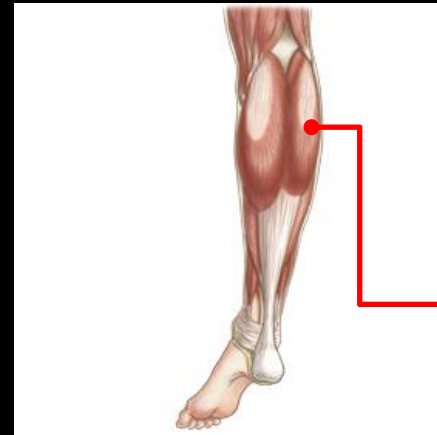


前面



内側広筋

背面



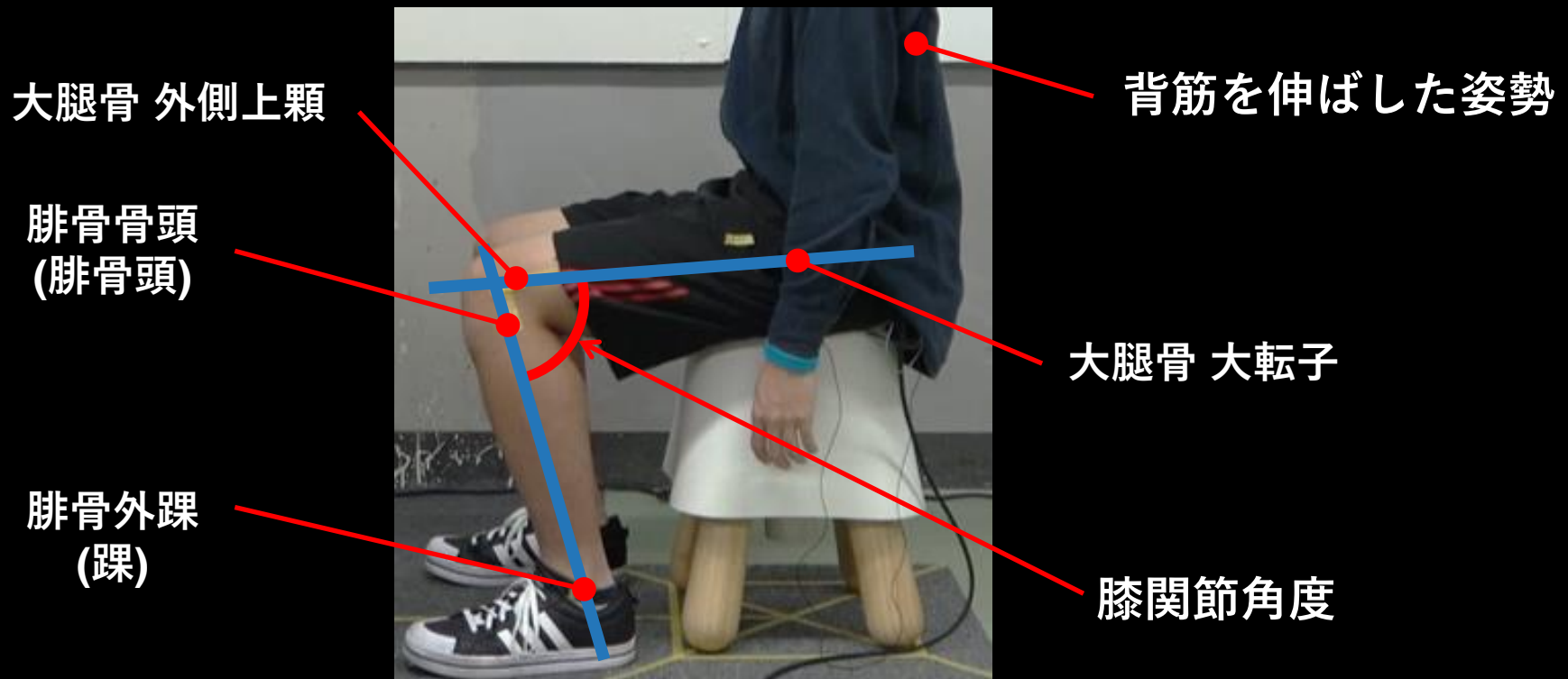
腓腹筋



基準姿勢の定義

基準姿勢 : 膝関節角度80度, 背筋を伸ばした姿勢,
足を肩幅程度に開いた状態と定義

膝関節角度: 上腿大腿骨と下腿骨のなす角度を示す



基準姿勢



実験条件

椅子	LaLaCo	丸椅子	N/A
被験者	10名		
年齢	22.8 ± 3.3 歳		
動作	上下10回	静止	屈伸
評価	表面筋電位		
周波数	1000 Hz (LabVIEW 2020)		



実験状況

実験の流れ

LaLaCo

基準姿勢



10回上下運動



終了

丸椅子

基準姿勢



静止



終了

屈伸運動

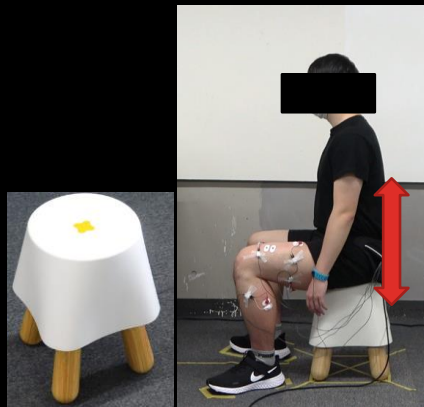
基準姿勢



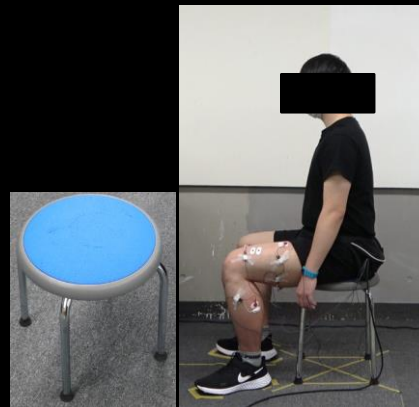
10回屈伸運動



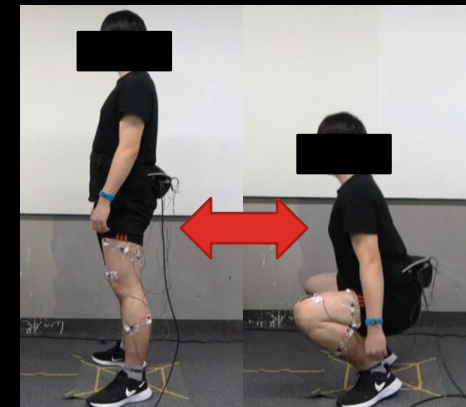
終了



LaLaCo上下運動



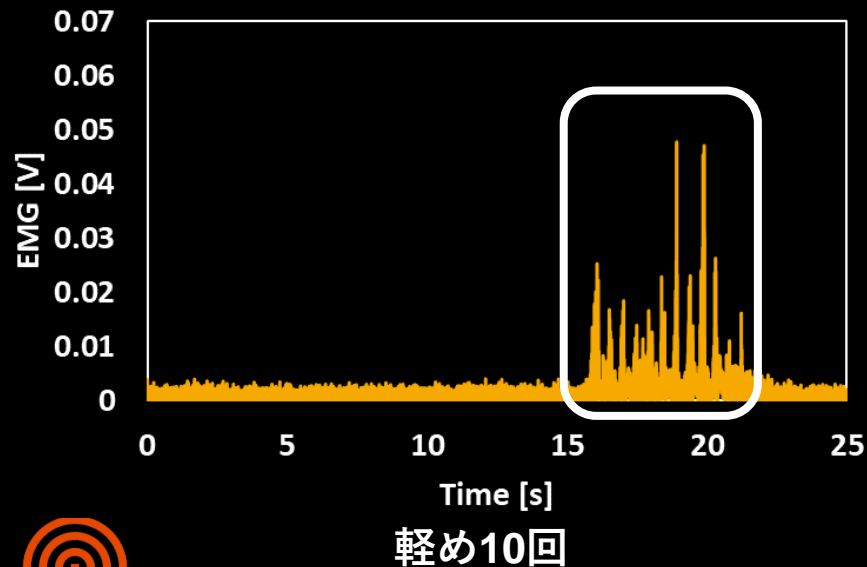
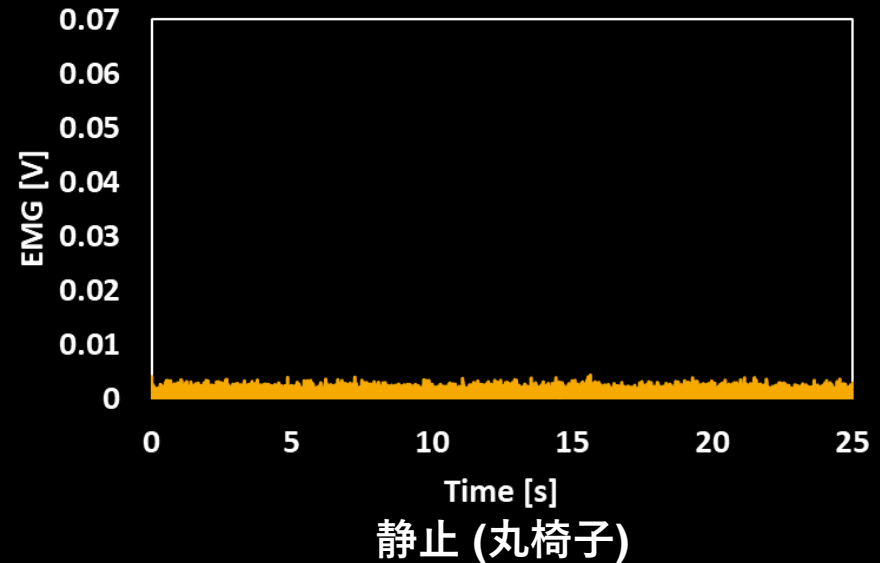
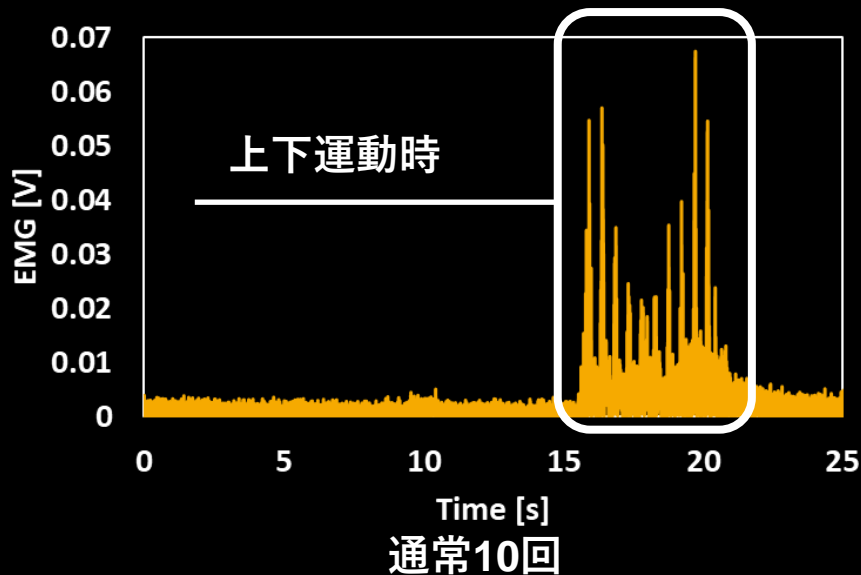
丸椅子 (通常座位)



屈伸



実験結果～筋電図の例～



筋電波形の特徴

- ・ 通常運動は軽めより筋電位が大きい
- ・ 運動開始時や終了時の電圧が大きい
- ・ 運動中の金活動は比較的小さい



筋電波形の傾向より

LaLaCoでの運動時以外も微小な電圧があるため

① 静止状態と上下運動時の比較

→ **丸椅子**と**LaLaCo**で比較

運動時の筋発火量の程度を明確化

② 一般的な運動とLaLaCo利用時の比較

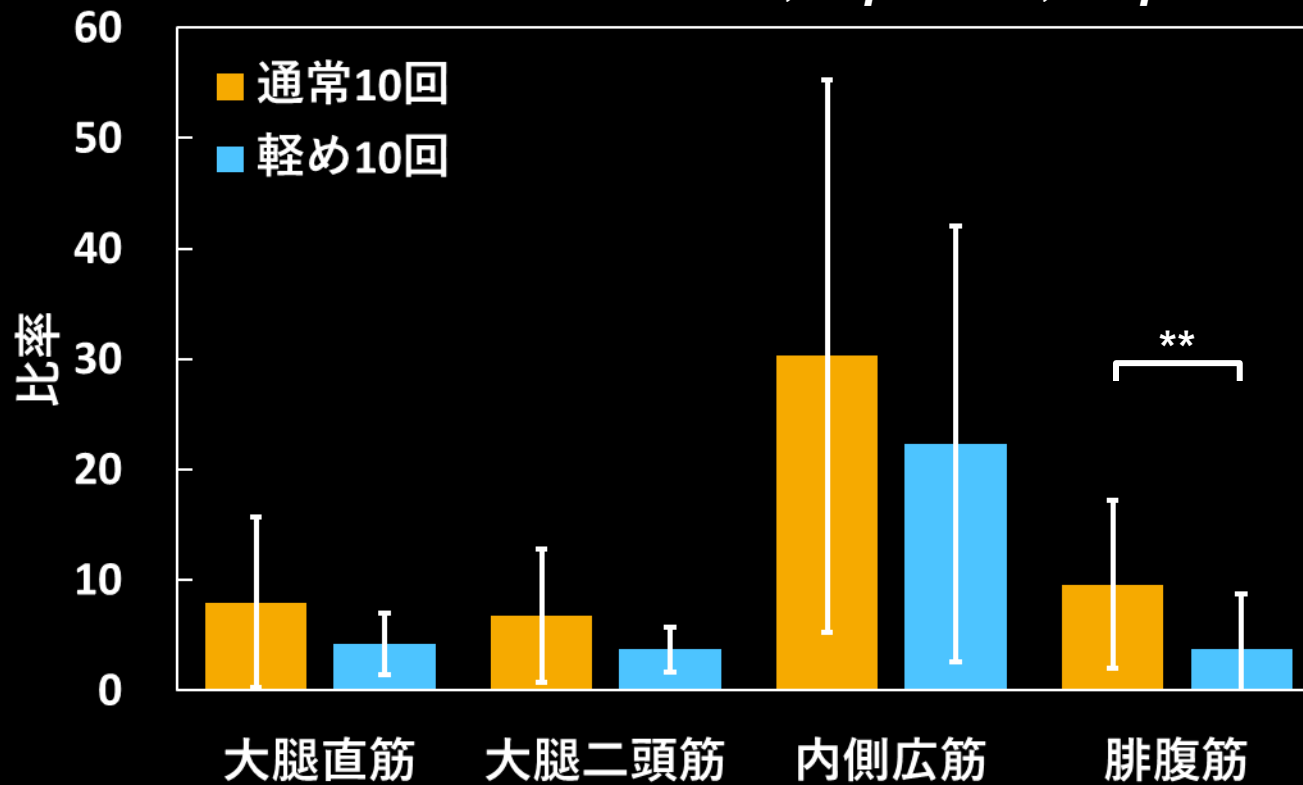
→ **屈伸運動**と**LaLaCo**と比較



実験結果～丸椅子を基準～

最大筋発火は 内側広筋: 20 倍以上 大腿二頭筋: 3 倍以上

$n = 10$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



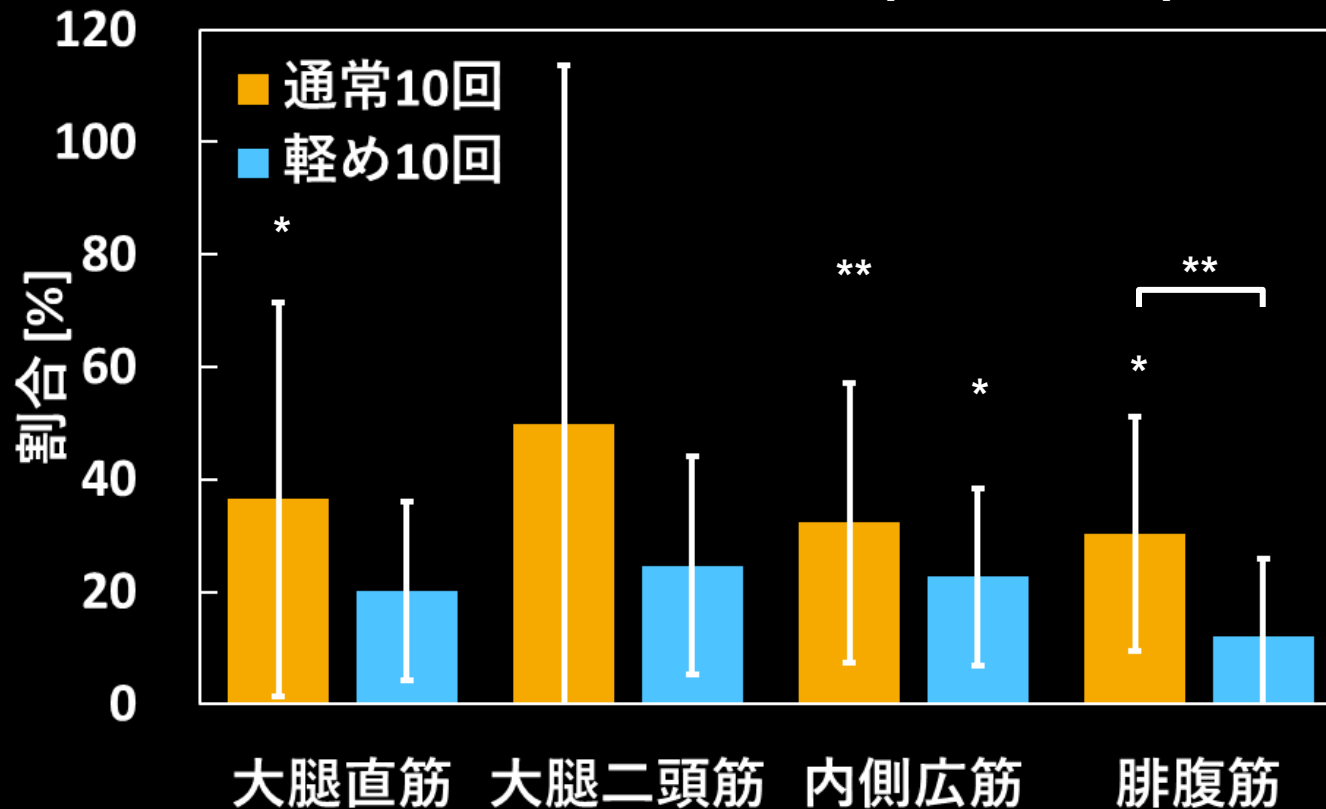
丸椅子を基準とした際の最大筋肉発火の比率



実験結果～屈伸を基準～

最大筋発火は 大腿直筋で35%， 大腿二頭筋で50%以上
通常10回と比較して5割程度の筋活動

$n = 10$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



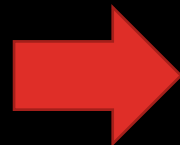
屈伸を基準とした際の最大筋肉発火の割合



最大筋電結果のまとめ

① 静止状態と比べ...

通常10回運動



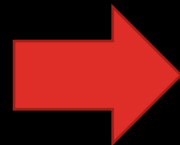
約 **13.7** ± 11.2 倍

軽め10回運動

約 **8.5** ± 9.2 倍

② 屈伸運動と比べ...

通常10回運動



約 **37.3** ± 8.8 %

軽め10回運動

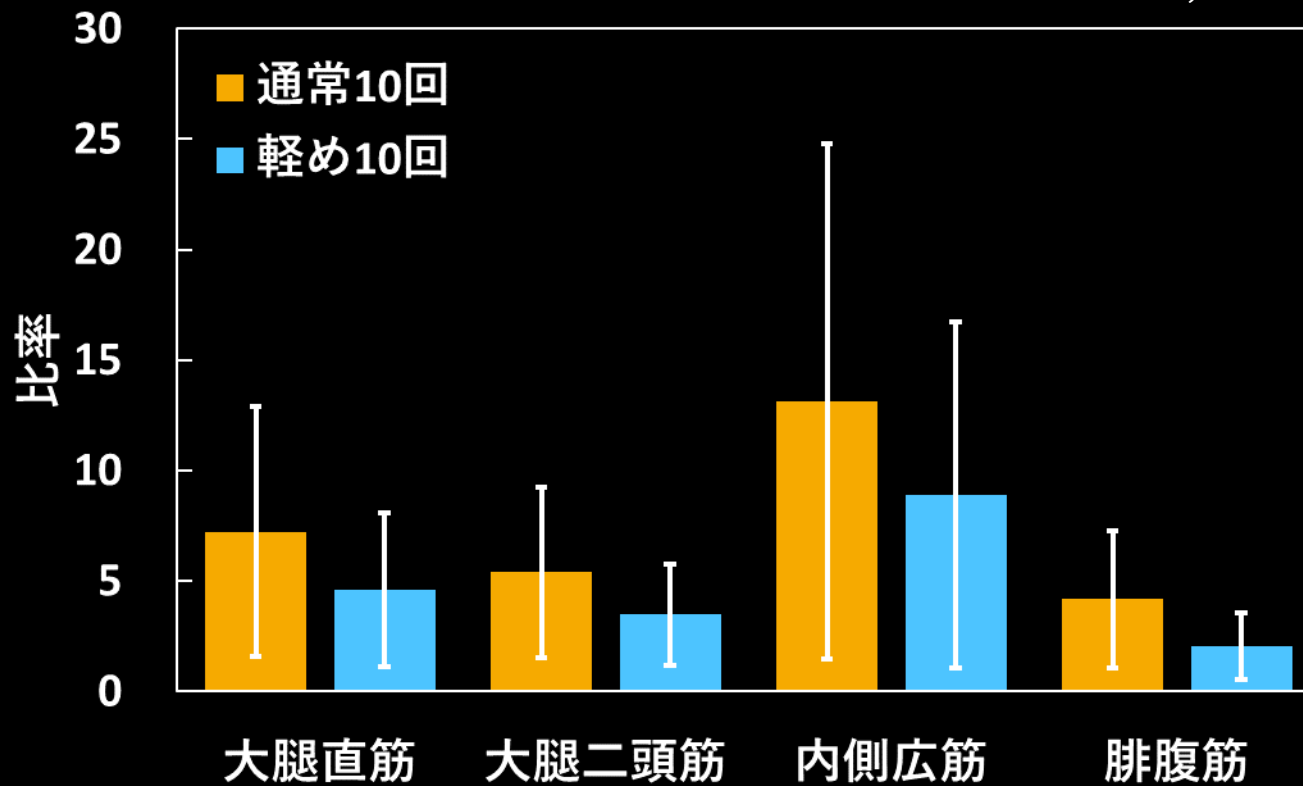
約 **19.9** ± 5.6 %



実験結果～丸椅子を基準～

合計筋電は 内側広筋: 約 9 倍以上 大腿直筋: 約5 倍以上
軽めは通常10回と比較して6割程度の筋活動

n = 10, n.s.



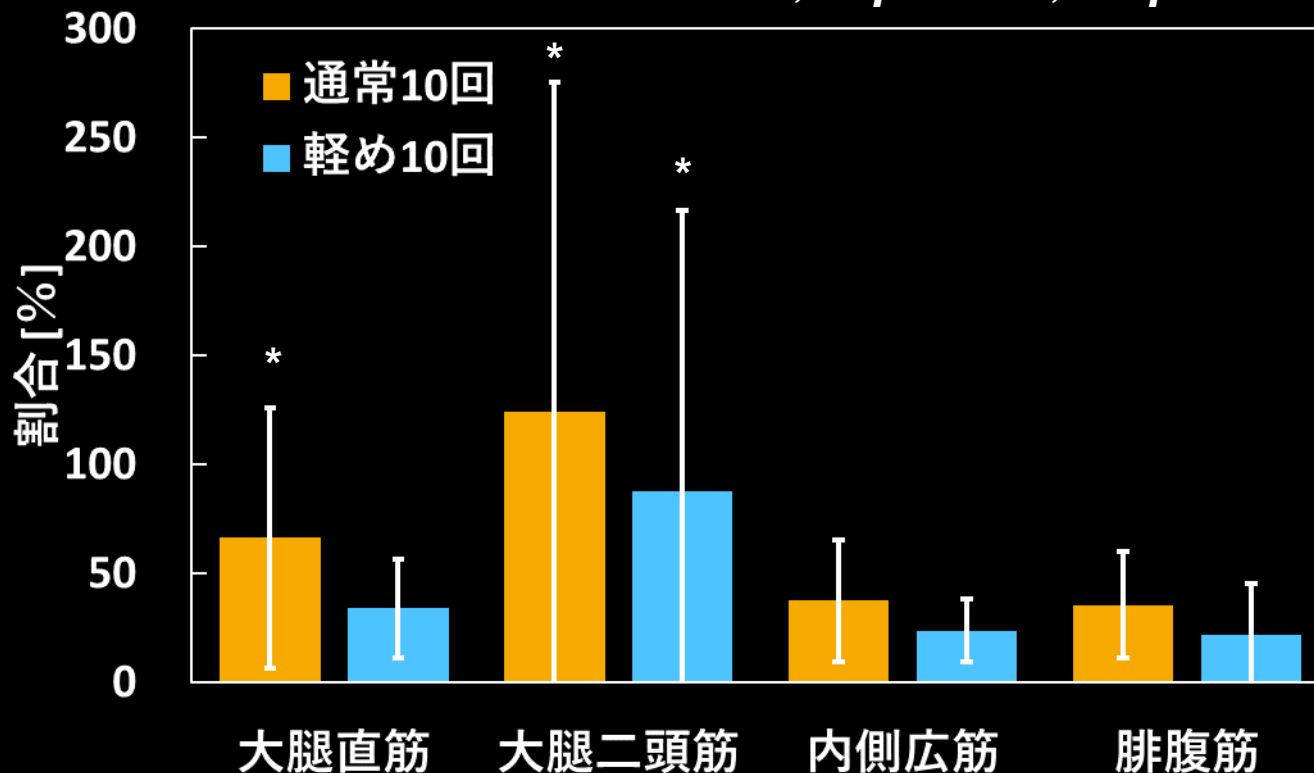
丸椅子を基準とした際の最大筋肉発火の比率



実験結果～屈伸を基準～

合計筋電は 大腿二頭筋で90%以上，大腿直筋で30%以上
軽めは通常10回と比較して5割を超える筋活動

$n = 10$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



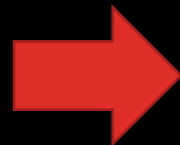
屈伸を基準とした際の最大筋肉発火の割合



合計筋電結果のまとめ

① 静止状態と比べ...

通常10回運動



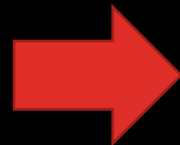
約 7.5 ± 4.0 倍

軽め10回運動

約 4.8 ± 2.9 倍

② 屈伸運動と比べ...

通常10回運動



約 65.9 ± 41.5 %

軽め10回運動

約 41.7 ± 31.0 %



考察

① 運動の違い (通常10回 / 軽め10回) で差がある

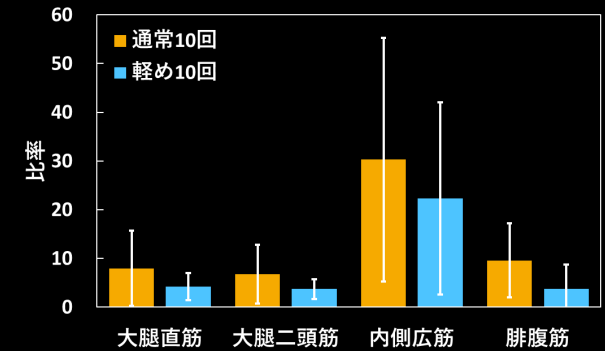
→ 上下運動時の座面の高さに起因

- ・ 座面をより深く沈めるため
- ・ 上半身をより高い位置に上げる
- ・ 落下の反動で座面の高さを大きく下げる

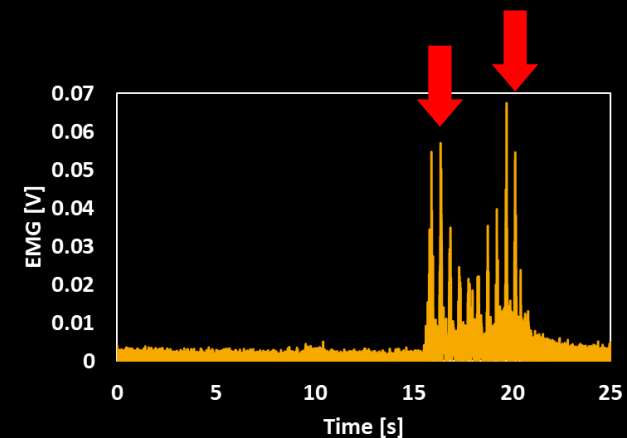
② 通常10回は屈伸運動の40%近い筋発火

→ 動作が似ているため

- ・ 屈伸は身体重心の上下運動
- ・ LaLaCoチェアも同様



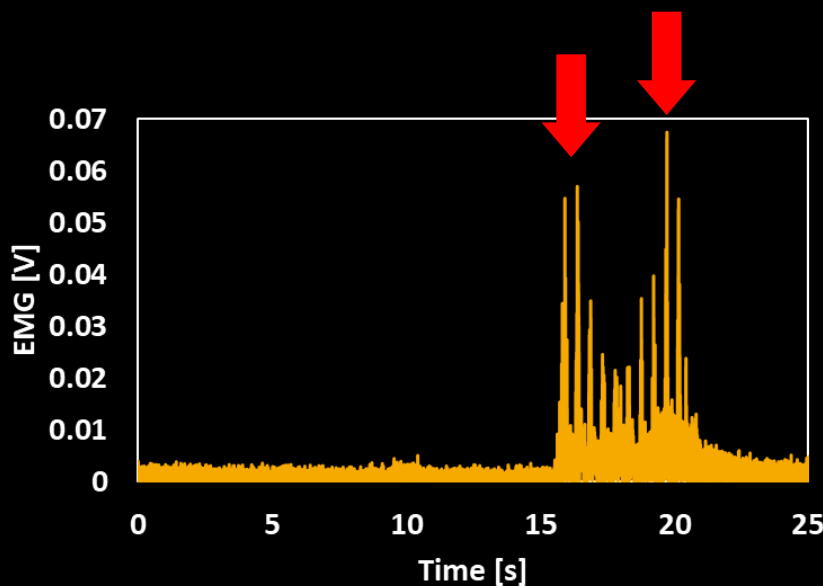
最大筋肉発火の比率 (丸椅子基準)



通常運動10回の筋電位

③ 筋活動は動作開始・終了時で特に活発

→ 身体の**加速度制御**のため筋電位がおおきくなる可能性
(e.g. 体幹や上肢)



通常運動10回の筋電位

動く + 止まる を繰り返す

より効果的な運動実現の可能性



結論

上腿・下腿で活発な筋活動が見られたことから
一定のエクササイズ効果が示唆された

特に軽めの場合でも筋活動が見られた

→ 無理な運動を意識しなくても効果を得られる

不調のとき



- ・ 外出を控えたい
- ・ 激しい運動を避けたい

LaLaCoチェアで軽く上下運動

→ 通常座椅子の約 **8** 倍の筋活動



屈伸運動

約 **1/5** 倍

目次

1. スケジュール : 森岡
 2. 姿勢改善 : 鈴木
 3. 運動効果 : 櫻井
 4. 使用法検討 : 岩崎
 5. 総括 : 森岡
- 予算執行状況



研究概要

エクササイズ効果をより効果的にする方法を探る

→ 利用する際に {

- ・ 上肢の姿勢を変更する
- ・ 座位姿勢以外で利用する



筋肉の選定

文献調査と予備実験を実施し、得られたデータを分析から実験対象の筋肉を選定

下肢

- ・ 外側広筋
- ・ 内側広筋
- ・ 長内転筋
- ・ 大腿筋膜長筋
- ・ ヒラメ筋
- ・ 腓腹筋
- ・ 大腿直筋
- ・ ハムストリングス (大腿二頭筋)
(半腱様筋)

上肢

- ・ 腹直筋 (上部)
(中部)
(下部)
- ・ 大胸筋
- ・ 上腕三頭筋
- ・ 上腕二頭筋
- ・ 三角筋
- ・ 脊柱起立筋
- ・ 僧帽筋



筋肉の選定

文献調査と予備実験を実施し、得られたデータを分析から実験対象の筋肉を選定

下肢

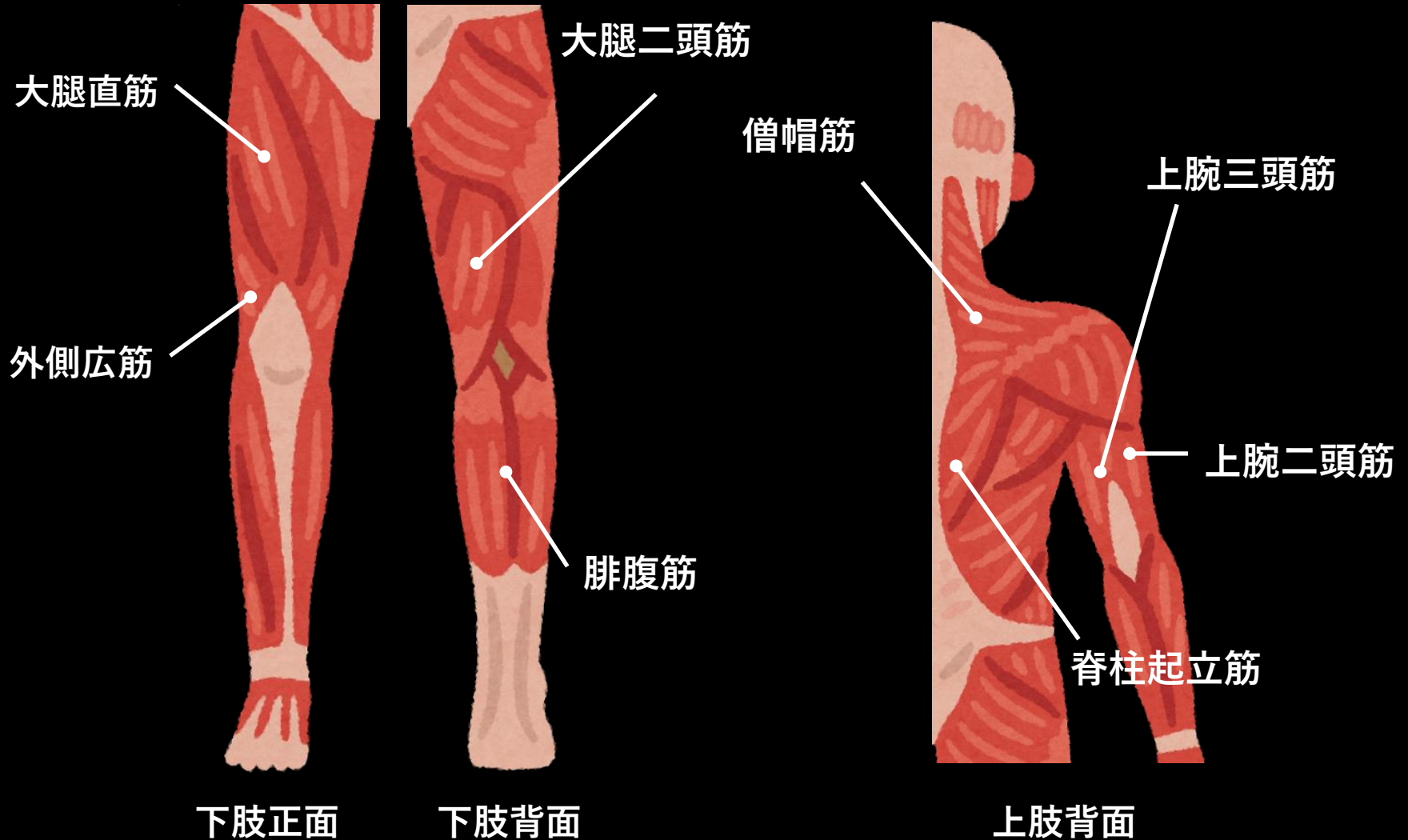
- ・ 外側広筋
- ・ 内側広筋
- ・ 長内転筋
- ・ 大腿筋膜長筋
- ・ ヒラメ筋
- ・ 腓腹筋
- ・ 大腿直筋
- ・ ハムストリングス (大腿二頭筋)
(半腱様筋)

上肢

- ・ 腹直筋 (上部)
(中部)
(下部)
- ・ 大胸筋
- ・ 上腕三頭筋
- ・ 上腕二頭筋
- ・ 三角筋
- ・ 脊柱起立筋
- ・ 僧帽筋



筋肉の選定



動作の設定

基準 (10回上下運動)	.....	①			
手で押す	1歩	10回	.....	②	
		MAX	.....	③	
	By	10回	.....	④	
		MAX	.....	⑤	
足で押す	軸足	1歩	10回	.....	⑥
			MAX	.....	⑦
		By	10回	.....	⑧
			MAX	.....	⑨
	利き足	1歩	10回	.....	⑩
			MAX	.....	⑪
		By	10回	.....	⑫
			MAX	.....	⑬
正座	10回	.....	⑭		
	MAX	.....	⑮		
手を左右に広げる + ①	.....	⑯			
腕立て伏せ10回	.....	⑰			



④, ⑤の様子



実験条件のまとめ

	項 目	数 値
被 験 者	人 数	10 人
	身 長	172.5 ± 5.3 cm
	体 重	61.2 ± 8.1 kg
	年 齢	22.8 ± 3.3 歳
実験条件※	運 動	17種類
	計測箇所	上肢: 上腕二頭筋, 上腕三頭筋 体幹: 脊柱起立筋, 僧帽筋 下肢: 大腿二頭筋, 大腿直筋 外側広筋, 腓腹筋

※ 計測方法, 装置はエクササイズ効果の分析と同じ LabVIEW (1000 Hz)

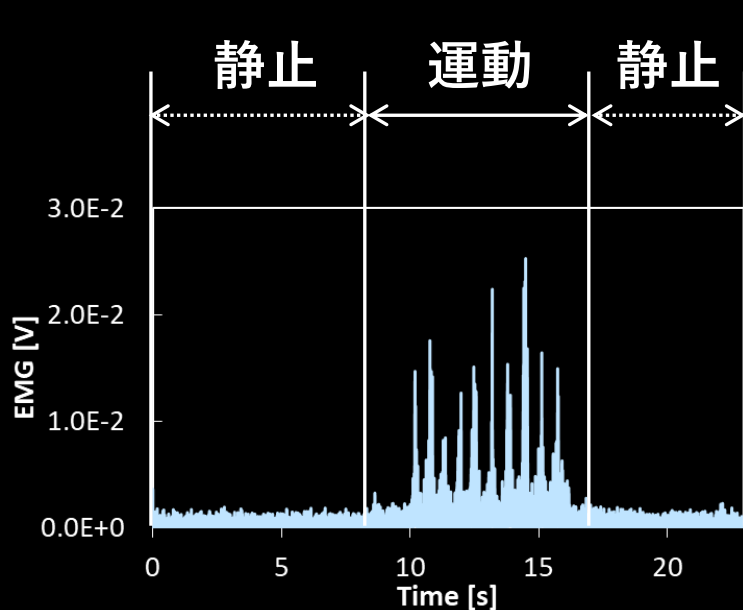


筋電波形の一例と分析方法

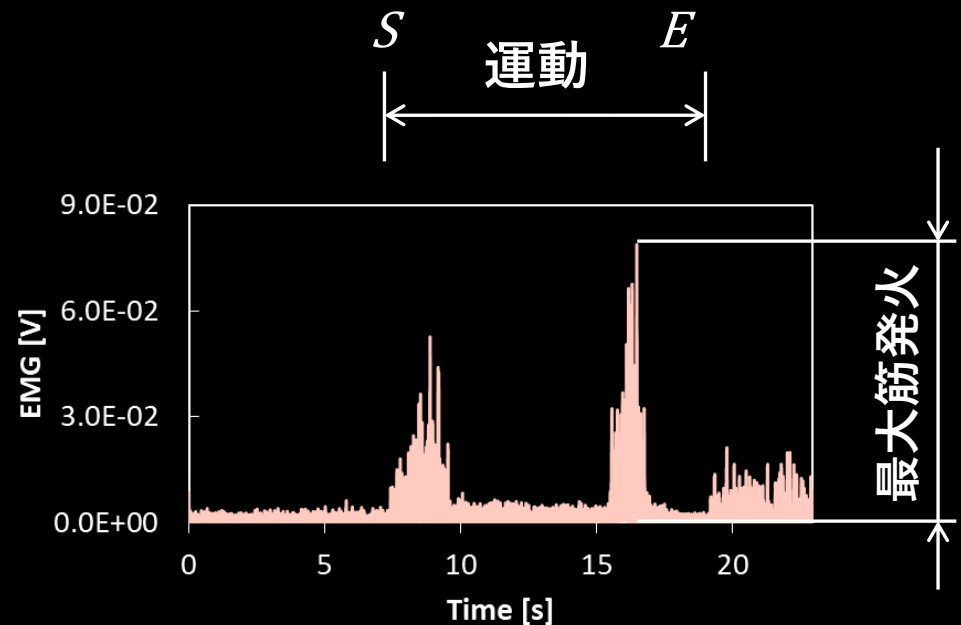
筋電データより，17種類の各動作時 (運動時) の

- ・ 各筋肉 (8種類) の最大筋発火
- ・ // 筋活動の総量 (iEMG)

$$iEMG [mV \cdot s] = \int_S^E EMG(t) dt$$



⑭ 正座10回の上腕二頭筋



③ 一歩手最大押込時の大腿直筋

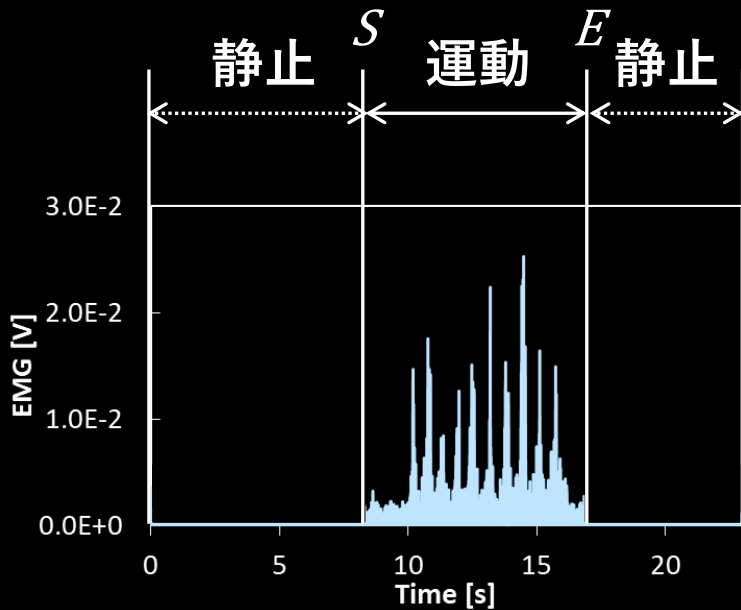


筋電波形の一例と分析方法

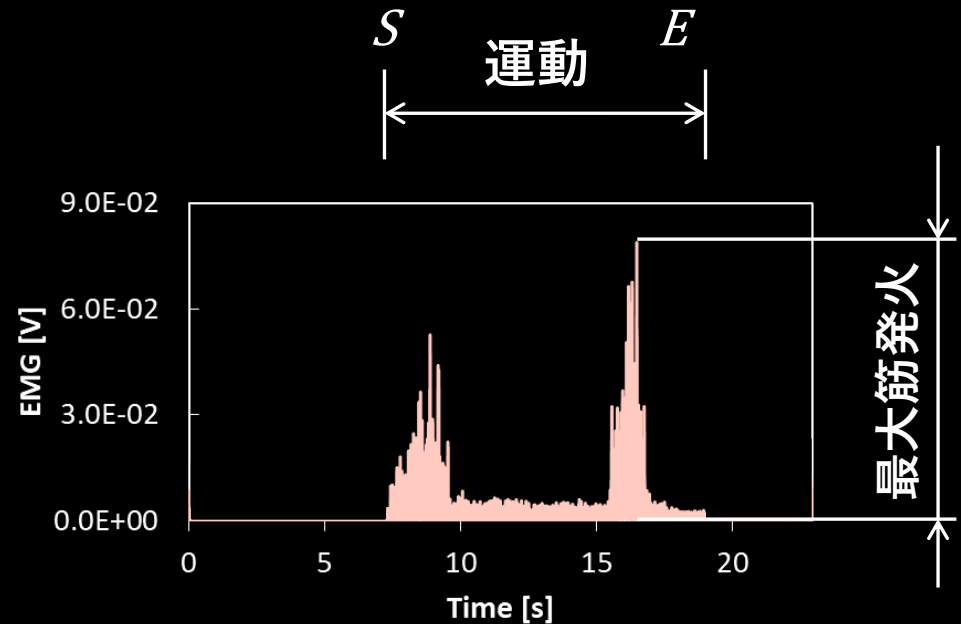
筋電データより，17種類の各動作時 (運動時) の

- ・ 各筋肉 (8種類) の最大筋発火
- ・ // 筋活動の総量 (iEMG)

$$iEMG [mV \cdot s] = \int_S^E EMG(t) dt$$



⑭ 正座10回の上腕二頭筋



③ 一歩手最大押込時の大腿直筋



本実験～筋電の一例～

上肢： 上腕二頭筋・三頭筋， 脊柱起立筋， 僧帽筋

下肢： 外側広筋， 腓腹筋， 大腿直筋， 大腿二頭筋

上腕二頭筋の筋電位

Unit: [V]

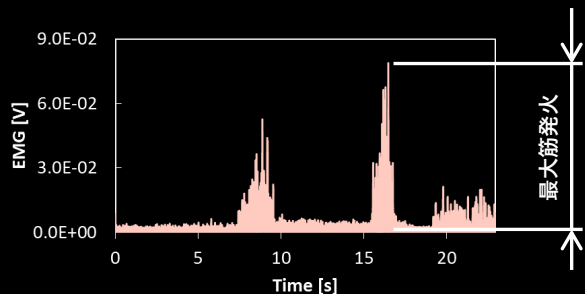
	基準10回	手で押す						脚で押す							
		10回			Max			10回				Max			
		1歩	by	正座	1歩	by	正座	軸足1歩	軸足by	利き足1歩	利き足by	軸足1歩	軸足by	利き足1歩	利き足by
Subject1	0.0239	0.2294	0.2226	0.0777	0.0847	0.2707	0.1190	0.0380	0.0578	0.0629	0.0570	0.0131	0.0130	0.0125	0.0158
Subject2	0.0025	0.0485	0.0381	0.0251	0.0331	0.0449	0.0302	0.0031	0.0032	0.0027	0.0081	0.0031	0.0024	0.0048	0.0024

大腿直筋の筋電位

Unit: [V]

	基準10回	手で押す						脚で押す							
		10回			Max			10回				Max			
		1歩	by	正座	1歩	by	正座	軸足1歩	軸足by	利き足1歩	利き足by	軸足1歩	軸足by	利き足1歩	利き足by
Subject1	0.0764	0.0319	0.0489	/	0.0232	0.0158	/	0.0988	0.1271	0.1537	0.1043	0.1133	0.0847	0.1037	0.1044
Subject2	0.0165	0.0822	0.0936	/	0.0787	0.0596	/	0.0907	0.0678	0.1017	0.0668	0.0944	0.0362	0.0777	0.0899

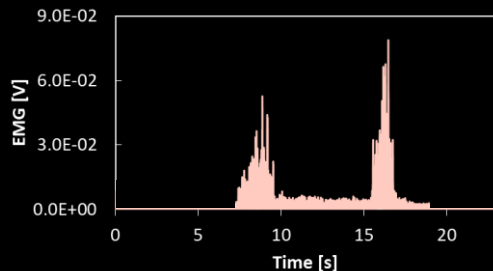




結果～最大筋発火～

各筋肉の最大活動時の運動条件

部位	筋肉	No	押込み	回数	立ち位置	通常使用との筋活動量比率	腕立てとの割合
 上肢	上腕二頭筋	②	手	10	By	8.9 倍	41.0%
	上腕三頭筋	④	手	10	By	20.9 倍	40.8%
	脊柱起立筋	③	手	1	1歩	1.7 倍	45.0%*2
	僧帽筋	②	手	10	1歩	108.2 倍	57.7%*4
 下肢	外側広筋	⑨	軸足	1	By	3.1 倍	-
	腓腹筋	⑨	軸足	1	By	19.5 倍	-
	大腿直筋	⑧	軸足	10	By	2.9 倍	-
	大腿二頭筋	⑨	軸足	1	By	6.2 倍	-



結果～積分筋電位～

各筋肉の最大活動時の運動条件

部位	筋肉	No	押込み	回数	立ち位置	通常使用との筋活動量比率	腕立てとの割合
 上肢	上腕二頭筋	⑩	座位	10	-	4.4 倍	32.4%*
	上腕三頭筋	⑤	手	1	By	8.3 倍	27.2%
	脊柱起立筋	⑩	座位	10	-	1.3 倍	39.9%
	僧帽筋	④	手	10	By	28.9 倍	52.1%
 下肢	外側広筋	⑨	軸足	1	By	4.7 倍	-
	腓腹筋	⑨	軸足	1	By	4.8 倍	-
	大腿直筋	⑨	軸足	1	By	1.8 倍	-
	大腿二頭筋	⑦	軸足	1	1歩	2.8 倍	-

考察・まとめ

瞬間的な筋活動（最大筋電位）に着目した場合

下肢

鍛えたい側の足で踏み込むと効果がより大きくなる
→ 反動をつけられないため筋力で押し込むしかない
通常使用時の3～6倍程度の運動が可能
腓腹筋では最大20倍の筋活動が生じた

上肢

使い方次第で通常使用では鍛えられない筋活動を誘発可能
多くの筋肉で10回運動時に大きく筋発火
立ち位置で体感する辛さが変化するが、辛い ≠ 効果的
特に僧帽筋に関しては基準動作よりも108倍もの筋発火
腕立ての40～60%の運動を実施可能



考察・まとめ

運動時間を考慮した場合（単位時間あたりの筋電位 [ms/V]）

下肢

鍛えたい側の足で踏み込むと効果がより大きくなる*

通常使用時の約2～5倍の運動が可能（最大筋電の6～8割）

上肢

使い方次第で通常使用で鍛えられない筋活動を誘発可能*

多くの筋肉で10回運動時に大きく筋発火*

手を左右に広げる上下運動⑩で上肢の筋活動に寄与

→ 結果的に背筋が伸び体幹の筋活動も向上

→ 立位姿勢より安全に上肢や体幹を鍛えることが可能

腕立ての30～50%の運動を実施可能



目次

1. 進捗概要 : 森岡
2. 運動効果 : 櫻井
3. 使用法検討 : 岩崎
4. 姿勢改善 : 鈴木
5. 総括 : 森岡

予算執行状況



姿勢改善

- ・ 今回の条件では改善率が70%超（最大で86%）
- ・ 10回，10回膝，20回，30回膝で統計学的に改善効果あり
- ・ 改善効果を高めるには10回運動（手は膝に置かない）

運動効果 (下肢について)

- ・ 最大筋発火では3つの筋で丸椅子との有意差あり
（e.g. 大腿直筋，内側広筋，腓腹筋）
- ・ 合計筋電では上腕二頭筋，大腿直筋で丸椅子と有意差あり
- ・ いずれの筋肉も丸椅子より5～15倍の筋活動が見られた
- ・ 筋活動は動作開始・終了時で活発 → 加速度制御に起因



使用法検討

○ 最大筋発火

- ・ 下肢: 通常使用時の3～6倍程度の運動が可能
- ・ 上肢: 立ち位置で辛さが変化するが「辛い ≠ 効果的」
- ・ 上肢: 通常使用では難しい筋の発火を誘発（特に僧帽筋）
- ・ 上肢: 腕立ての40～60%の運動

○ 時間を考慮した筋電位

- ・ 下肢: 通常使用時の約2～5倍の運動が可能
- ・ 下肢: 10回運動時に大きく筋発火
- ・ 上肢: 手を広げた状態の座位運動で安全に鍛えられる
- ・ 上肢: 腕立ての30～50%の運動を実施可能



すなわち， LaLaCoチェアが有する

- 姿勢改善効果が明らかとなった
- 運動効果を明らかにすることができた
 - 運動提案への新たな知見の獲得
- 身体状況や鍛えたい筋肉など
ユーザニーズに合わせた運動提案と
とその効果の定量的を達成できた

