

カテゴリー

バイオメカニクス, 上肢

タイトル

急速な両肩屈曲運動を異なる振幅で行った際の体幹筋の活動 Trunk Muscle Activation at the Initiation and Braking of Bilateral Shoulder Flexion Movements of Different Amplitudes  PubMed  Eriksson Crommert M et al : PLoS One. 2015 Nov 12;10(11):e0141777

内 容

Introduction

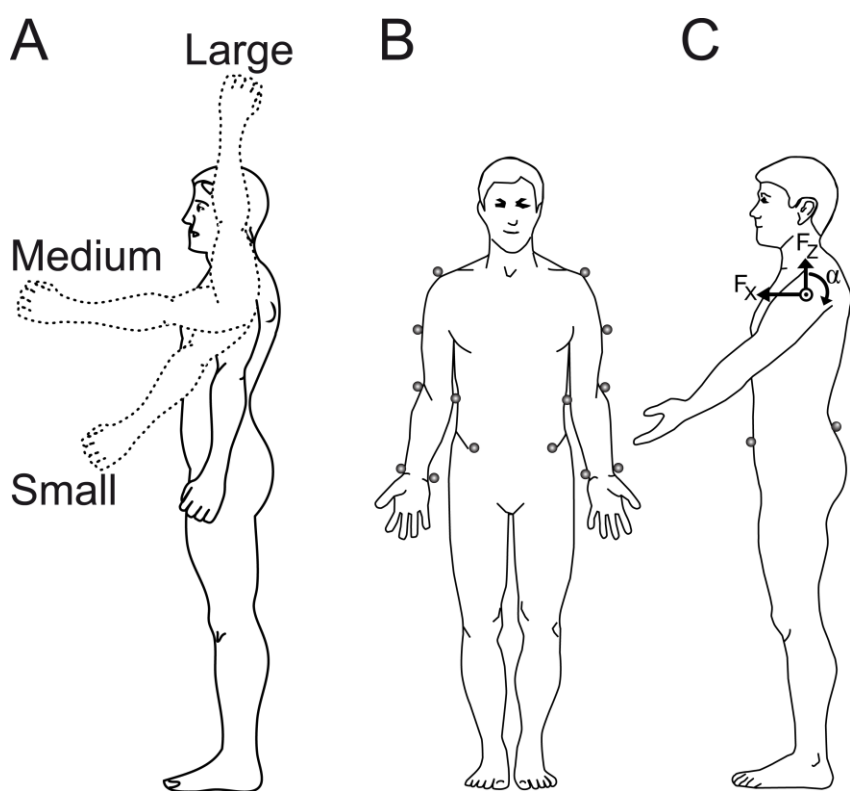
- 肩の自発的かつ急速な動きは身体を動揺させる。外乱の影響を最小限にするために反作用力、脊柱の安定化が必要となる。予測的に先行する筋の活性化が注目されている。
- 健康な人では、肩屈曲運動開始時に腹横筋 TrA が最初に活性化され、この活性は low back に問題を抱える人では減弱または存在しないことが報告されている。
- 腕の動きの振幅を同じに保つが、肩屈曲の速度を最大から最小まで低下させると、TrA の活性化が遅延することが示されている。

•様々な予測的な先行性の体幹筋の研究がなされてきたが、動きの終了の位置が規定されている研究はほとんど見当たらない。

•運動の振幅の増加は、腕の加速度の持続時間を増加させ、より速い摂動、より大きな摂動をもたらす。

•本研究の目的は、両側の急速な肩屈曲の間の体幹筋活動パターンが運動の振幅によってどう影響を来すかどうかを調べることであった。

方 法



(Eriksson Crommert M et al : 2015) [👉PubMedへ](#)

- 11 人の健康な男性が、開始位置 0° から 45° (small)、 90° (medium) または 180° (large) の範囲の肩屈曲運動を行い、それを観察した。(fig.1)

- 被験者は裸足で床に立ち、両腕をビープ信号に応答して可能な限り早く挙げるよう指示された。約 5 秒後、被験者はコマンドを受けて、腕を下ろす。

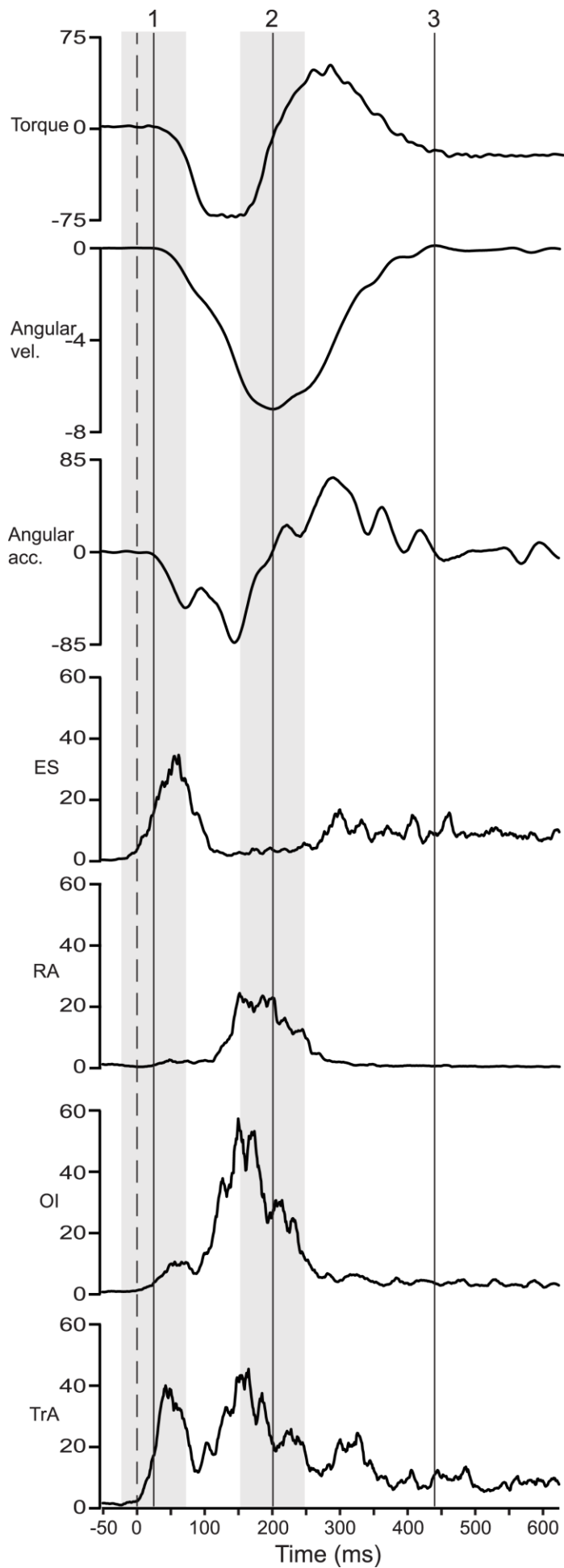
- 加速の定義：肩の角加速度が標準偏差の閾値レベルを上回って上昇し、20ms にわたってこのレベルを超えた瞬間として定義された。 •減速の定義：減速開始は、肩の角加速度が 0 ラインを横切った瞬間として定義され、中振幅および大振幅の動きの間、しばらくの間 0 付近で振動しました。

- この振動が起こったとき、減速の開始として定義された。運動の終了は、角加速度が 0 に戻った瞬間として定義された。

- セットアップには、7 つのカメラと 16 の反射マーカー (fig1B と fig1C を参照) が使用された。

- EMG は、腹横筋 (TrA) 、内腹斜筋 (OI) 、および腹直筋 (RA) 、脊柱起立筋 (ES) および表面の三角筋から両側で測定した。

- 3D 運動を記録し、逆動力学を使用して、肩部の線形および角運動量に対する反応性線形力およびトルクを計算した。



(Eriksson Crommert M et al : 2015)

•(fig 2): Medium の肩の動きを 3 回繰り返した時の 4 つの異なる体幹筋の最大自発収縮時の肩の屈曲の平均角速度と加速度、肩の高さにおける体幹の平均反応トルク、および平均正規化 EMG が示される。 •実線の縦線は、1 =加速開始、2 =減速開始、および 3 =運動の終了を示す。破線は、三角筋電図の平均値を示す。陰影は EMG 振幅測定の間隔を示す。 ※TrA の活性化の 2 つのピークは、腕の動きの加速と減速の両方に対応していることが注目すべき点です。

結 果

	Acceleration			Deceleration		
	Small	Medium	Large	Small	Medium	Large
Peak acc/dec _{ang} (°/s ²)	5028 (2563) ^b	5959 (1507) ^c	7367 (1923) ^{b c *}	4685 (1662) ^a	5791 (1277) ^a	5912 (1576) [*]
Mean acc/dec _{ang} (°/s ²)	1634 (451) ^{a *}	2297 (480) ^{a *}	2047 (565) [*]	1401 (497) ^{a b *}	1829 (471) ^{a *}	2115 (499) ^{b *}
Mean vel _{ang} (°/s)	112.2 (12.0) ^{a b *}	205.2 (25.0) ^{a c *}	331.1 (29.6) ^{b c *}	88.0 (15.8) ^{a b *}	164.4 (22.1) ^{a c *}	220.9 (46.5) ^{b c *}
Duration (s)	0.17 (0.02) ^{a b *}	0.19 (0.02) ^{a c *}	0.28 (0.04) ^{b c}	0.22 (0.04) ^{b *}	0.25 (0.06) [*]	0.28 (0.05) ^b
Mean torque (Nm)	-29.2 (10.1) ^{a b *}	-43.0 (11.8) ^{a *}	-40.4 (7.8) ^{b *}	12.4 (8.7) ^{b *}	14.5 (8.7) ^{c *}	25.5 (8.1) ^{b c *}
Linear force X (N)	28.9 (9.8) ^{b *}	34.0 (11.4) ^{c *}	-5.1 (8.6) ^{b c *}	-25.1 (10.8) ^{b *}	-28.1 (9.0) ^{c *}	7.0 (12.2) ^{b c *}
Linear force Z (N)	18.1 (10.5) ^{a b *}	36.7 (8.6) ^{a *}	46.0 (10.6) ^{b *}	-10.8 (11.3) ^{a b *}	-30.8 (9.0) ^{a c *}	-47.3 (9.6) ^{b c *}
Impulse _{ang} (Nms)	-4.8 (1.3) ^{a b *}	-8.2 (1.7) ^{a c *}	-11.0(2.0) ^{b c *}	2.3 (1.4) ^{b *}	3.2 (2.0) ^{c *}	6.7 (1.5) ^{b c *}
Impulse _{F_x} (Ns)	4.8 (1.3) ^{a b *}	6.3 (1.8) ^{a c *}	-1.7 (2.6) ^{b c *}	-5.1 (1.5) ^{a b *}	-6.7 (2.0) ^{a c *}	1.3 (2.7) ^{b c *}
Impulse _{F_z} (Ns)	3.0 (1.5) ^{a b *}	7.0 (1.6) ^{a c *}	12.4 (2.0) ^{b c *}	-2.3 (2.0) ^{a b *}	-7.3 (1.9) ^{a c *}	-12.8 (1.9) ^{b c *}

Negative values indicate flexion direction for the torque, anterior direction for Fx, and upward direction for Fz.

^a = significant difference between small and medium amplitude movements within phase.

^b = significant difference between small and large amplitude movements within phase.

^c = significant difference between medium and large amplitude movements within phase.

^{*} = significant difference between acceleration and deceleration phases within movement amplitude.

doi:10.1371/journal.pone.0141777.t001

	Acceleration			Deceleration		
	Small	Medium	Large	Small	Medium	Large
ES	10 (4) ^b	16 (5) [*]	22 (7) ^{b *}	9 (4) ^b	6 (3) [*]	4 (2) ^{b *}
TrA	17 (13) ^{a b}	26 (20) ^a	34 (26) ^b	20 (14) ^b	26 (22)	30 (21) ^b
OI	6 (5) [*]	7 (7) [*]	9 (10) [*]	28 (16) [*]	34 (13) [*]	27 (19) [*]
RA	3 (2) [*]	3 (2) [*]	3 (2) [*]	11 (6) [*]	14 (8) [*]	13 (9) [*]

^a = significant difference between small and medium amplitude movements within muscle and phase.

^b = significant difference between small and large amplitude movements within muscle and phase.

^{*} = significant difference between start of acceleration and start of deceleration within muscle and movement amplitude.

doi:10.1371/journal.pone.0141777.t002

(Eriksson Crommert M et al : 2015) [PubMed](#) へ

- すべての運動学的変数と動態変数が Table1.（上表）に示されています。左右差に有意差はありませんでした。

- (Table2：下表)加速/減速では、肩の振幅の大小の程度に伴い TrA が同程度に活性化されたことが示された。

- OI および RA は（特に OI）、減速段階の開始時に高い活性化レベルを示した。ES は逆に加速時に比較的高い活性を示した。

- 肩の動きの開始時のセット上の体幹筋の活動の順序は、最初に ES、TrA、RA および OI が続き、各運動幅において同じであった。

- 大きくした運動幅は、腹直筋・内腹斜筋の初期応答を短縮し、TrA および ES の活性化レベルを高めた。

- TrA について、小さい運動振幅と比較して中間域での活性化がより高いことが示された。

- OI または RA について、運動振幅間の筋活性化レベルに大きな差はなかった。

- 腹部筋の初期応答はすべてフィードフォワード制御の領域にあり、腕の動きの振幅が小さいものから大きくなると反応は増加し、潜時が大幅に短縮されました。

- 研究された腹筋のうち、TrA のみが、初期応答時間の潜時の短縮と同時に出力の大きさの調節を示した。

まとめ

- 今回調べられた全ての腹筋はより大きい腕の運動振幅で早期に活性化されたが、TrA は摂動の方向に関わらず体幹の摂動の大きさが大きいほど活性の大きさを示した唯一の筋であった。

- 急速な両側肩屈曲の運動振幅の増加は、腹部筋の反応の潜時を短縮し、TrA および ES の活性化レベルを増加させ、さらに初期応答に影響を及ぼす。

- 運動振幅の増加に対する TrA 活性の増加と、小さい運動と大きい運動との間の ES 活性化の付随的な増大は、より大きな上肢運動によって誘発されるより大きな反応性体幹屈曲モーメントに適合すると考えられる。

- 感受性筋反応は、摂動の大きさに依存し、大きな摂動を予期して予備プログラミングの変化を示すことを示唆している。

- TrA は、腹腔内圧の増加、または体幹制御に非特異的な寄与をもたらすことにより、体幹に伸展位トルクを発生させる ES を補助することができる可能性がある。

•肩屈曲運動は、加速中と減速中でトルクの逆転を示すが、このような体幹の摂動方向の変化にもかかわらず、TrA の活性化は同じレベルのままである。他の筋は特有の応答を示す。これは、TrA が、矢状面における摂動の方向に必ずしも関係なく、脊椎の制御に関与するという概念を裏付けている。

•急速な両側肩屈曲の運動振幅の増加は、腹部筋の反応の潜時を短縮し、TrA および ES の活性化レベルを増加させ、さらに初期応答に影響を及ぼす。

•運動振幅の増加に対する TrA 活性の増加と、小さい運動と大きい運動との間の ES 活性化の付随的な増大は、より大きな上肢運動によって誘発されるより大きな反応性体幹屈曲モーメントに適合すると考えられる。

•感受性筋反応は、摂動の大きさに依存し、大きな摂動を予期して予備プログラミングの変化を示すことを示唆している。

•TrA は、腹腔内圧の増加、または体幹制御に非特異的な寄与をもたらすことにより、体幹に伸展トルクを発生させる ES を補助することができる可能性がある。

•肩屈曲運動は、加速中と減速中でトルクの逆転を示すが、このような体幹の摂動方向の変化にもかかわらず、TrA の活性化は同じレベルのままである。他の筋は特有の応答を示す。これは、TrA

が、矢状面における摂動の方向に必ずしも関係なく、脊椎の制御に関与するという概念を裏付けている。

私見・明日への臨床アイデア

•APA の話題などで、豊富に話が出るように、腹横筋の四肢活動時の先行的かつ持続的な制御の重要性を伝える内容であった。

•TrA を生かすには、より先に働いている ES の活動も重要だと思われる。

•また、ES が働いていないときに OI や RA が働いている部分も見受けられ、それぞれが補完的に活動するのが大事と感じました。

氏名 Syuichi Kakusyo

職種 理学療法士
