

機関番号：30116

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700611

研究課題名(和文) 上肢運動時の姿勢制御に対する下腿筋の発達的变化および運動遊び経験の影響

研究課題名(英文) Effect of developmental changes in thickness of lower limb muscle and experience of physical play on postural control during arm flexion

研究代表者

清田 岳臣 (KIYOTA, TAKEO)

札幌国際大学・人文学部・准教授

研究者番号：40434956

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：上肢運動時の姿勢筋活動パターン及び下腿筋厚の発達的变化について検討した。被験者は、4-12歳の子ども総計176名からなる。被験者は、視覚刺激に反応して、上肢運動を行った。局所筋と姿勢筋から筋電図を記録し、姿勢筋活動開始潜時を算出した。腓腹筋・ヒラメ筋厚は、超音波スキャナーで計測した。検討の結果から、以下の知見を得た。(1)上肢運動時の姿勢制御において、体幹制御の発達が、大腿・下腿筋制御のそれに先行するが、児童期後半であっても、大腿・下腿筋制御は、まだ発達過程にある。(2)腓腹筋・ヒラメ筋の筋厚は、年齢に伴って増大し、特に、7-8歳群以降で腓腹筋の顕著な発達が認められる。

研究成果の概要(英文)：We investigated developmental changes in activation patterns of postural muscles during arm flexion and the thickness of lower-limb muscles. A total of 176 children participated. In response to a visual stimulus, subjects initiated arm flexion. Electromyogram activity of the focal and postural muscles were recorded. Time differences between the onset in focal and the postural muscles were calculated. The muscle thickness of the soleus (SOL) and gastrocnemius medialis (GcM) was measured using an ultrasound scanner.

The results were as follows: (1) Developmental changes in the postural muscle activation during arm flexion in the childhood is earlier in the trunk than in the thigh and lower-limb, and even in the latter half of the childhood, the postural control accompanied by the muscle activation in the thigh and lower-limb has not attained the adult-like postural control yet. (2) Thickness of SOL and GcM was increased with age, especially the GcM greatly increased over 7-8 years old.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 身体教育学

キーワード：姿勢 発達 筋厚 筋電図 超音波

1. 研究開始当初の背景

ヒトは立位姿勢を基本として運動を実行することが知られている。立位姿勢制御に関する研究は、姿勢反射や静的な状態での身体動揺の分析から、外乱負荷時の姿勢制御の分析へと大きく変遷してきた。外乱負荷時の姿勢制御のなかでも、立位にて上肢を随意的に急速に運動する場合の姿勢制御については、その上肢運動がバランスを乱す外乱とみなされる。この上肢運動時に、下肢および体幹の姿勢筋が、上肢運動の局所筋に先行して活動を開始することが古くから報告されてきた (Belen'kii et al., 1967)。この制御様式は予測的姿勢制御と呼ばれ、上肢運動によって生じる立位姿勢の平衡の乱れを予測的に和らげるために、あらかじめ選択されたプログラムによって調節されると考えられている (El'ner, 1973; Fridli et al., 1984; Horak et al., 1984)。上肢屈曲運動課題において、成人では、三角筋に対して大腿二頭筋や脊柱起立筋に顕著な先行活動が認められるが、身体の前面の筋にはバースト活動がほとんど認められないことが報告されている (Bouisset and Zattara, 1981; Friedli et al., 1984; Fujiwara et al., 2007)。

これまでに予測的姿勢制御の発達については、数多くの検討がなされてきた。Forssberg and Nashner (1982) は、上肢運動の局所筋である上腕二頭筋に対する腓腹筋の先行活動が、1歳9カ月の幼児において既に認められることを報告した。これは、随意的で局所的な運動に随伴する予測的姿勢制御がかなり早い時期に出現することを示している。その後、上肢屈曲運動前の足圧中心の先行的な後方移動から見た予測的姿勢制御能は、6-8歳で顕著に向上し、9-10歳で成人に類似した姿勢制御様式を示すことが報告されている (Riach and Hayes, 1990; Hay and Redon, 2001)。一方で、幼児・児童期における上肢屈曲運動時の姿勢筋活動様式について検討した研究は数少ない。近年、我々は、同課題時の姿勢筋先行活動が、脊柱起立筋では6歳以降で認められるものの、大腿二頭筋では7歳児であっても認められないことを報告した。(Kiyota, Fujiwara et al., 2010; Society for Neuroscience abstract)。これらの知見は、幼児期では姿勢制御の焦点が体幹にあり、成人の様に全身を利用した制御様式は、7歳以降で獲得される可能性を示唆する。

また幼児期では、身体背面の筋のみ活動する成人とは異なる姿勢筋活動がしばしば認められることが報告されている (Katayama, Fujiwara et al., 2010)。それは、下腿後面(下腿三頭筋)と前面(前脛骨筋)が両側に活動して足関節を固定する戦略や、前脛骨筋の緊張を予測的に高める戦略である。このように、幼児期における上肢屈曲運動時の姿勢制御では、成人と異なり、前脛骨筋が重要な役割を果たしている可能性もある。しかしなが

ら、幼児期から児童期にわたる上肢屈曲運動時の姿勢筋活動様式の詳細な発達過程については検討されておらず、成人様の制御様式に達する時期およびその要因についてもいまだ明らかでない。

姿勢制御の発達は、後天的な影響が極めて強く、運動経験や平衡機能訓練が強く反映されると考えられている (藤原, 2011)。先行研究において、日常の身体活動が活発な群のほうが、そうでない群よりも予測的姿勢制御能が優れていることが明らかにされている (藤原, 1992)。また、幼児と接している保育士が評価した運動制御能の評価と予測的姿勢制御能との間に対応関係が認められている。これらのことは、成人様の上肢屈曲運動時の姿勢制御様式の獲得と日常の身体活動や運動遊びの経験の豊富さとの間に関係がある可能性を示唆する。また、運動遊び経験の豊富さは、幼児・児童の筋力の増大と関連し、このことが影響して姿勢制御様式が変化する可能性がある。実際に、立位での上肢屈曲運動では、足関節周りの前方への回転トルクが増大するため、この姿勢外乱に抗した身体平衡の維持にとって、足関節の底屈筋である下腿三頭筋の筋力が重要になると考えられている (Gurfinkel, 1976)。したがって幼児期における体幹を主とした姿勢制御様式は、下腿三頭筋の筋力の未発達による可能性がある。また、幼児における上肢屈曲運動時の前脛骨筋の活動は、前脛骨筋と下腿三頭筋の筋力の相対的關係による可能性がある。しかしながら、これまで、上肢屈曲運動時の姿勢制御様式の発達過程に対する運動遊び経験の影響および下腿筋の発達との関係については、明らかにされていない。

幼児期の下腿筋力の検討は、課題遂行の困難さからなされていない。筋力は筋横断面積に比例することが知られており、筋厚は筋断面積の重要な要因とされている (Ikai and Fukunaga, 1968)。したがって、筋厚の変化から筋力の変化を推定することが可能である。筋厚の測定は、超音波測定器を用いて行われており、これは生体への負担が少なく、多人数の測定に適している。この超音波法により、筋厚は発達に伴って増大することが報告されている (Kanehisa et al., 1994; Scholten et al., 2003)。我々も、超音波法により、下腿筋(腓腹筋、ヒラメ筋)の加齢変化 (Fujiwara et al., 2010a) および高齢者を対象とした下腿筋厚に対する踵挙上トレーニング効果について既に明らかにした (Fujiwara et al., 2010b)。さらに、このトレーニングに伴う、下腿筋厚の変化と上肢屈曲運動時の姿勢制御との関連性を検討し、筋厚の増大だけでなく、上肢屈曲運動時の姿勢筋活動が変化することおよび安定性が向上することを明らかにした (Fujiwara et al., 2011)。これらの知見より、幼児および児童期の下腿筋厚の発達に伴い、上肢屈曲運動時の姿勢制御様式の変化や安定性の向上が認

められることが予想される

2. 研究の目的

本研究では、幼児期および児童期の両側上肢屈曲運動時の姿勢制御の発達と、筋厚の変化から捉えた下腿筋（腓腹筋、ヒラメ筋）の発達との関連性およびこれらの発達過程に対する運動遊び経験の影響について検討することを目的とする。

3. 研究の方法

被験者

被験者は、4-12歳の子ども総計176名からなる（4歳-27名、5歳-35名、6歳-42名、7-8歳-23名、9-10歳-17名、11-12歳-32名）。全ての被験者は、神経学的および整形学的疾患を有していなかった。ヘルシンキ宣言に基づき、実験手順の説明を行った後、保護者および本人からインフォームドコンセントを得た。児童が不快な表情を示した場合には、即座に測定を中止した。

(1) 上肢運動時の姿勢調節の測定

実験装置

全ての測定は、立位にて実施した。幼児の眼の高さでかつ1m前方に設置した「アンパンマン」に取り付けた直径5mmの発光ダイオード(LED)を、試行中の固視点および上肢運動の開始と終了を示す合図として用いた。

3つのロードセルから構成された床反力計（パテラ, S110型, Japan）が前後方向の動揺（CoP_{ap}）を記録するために用いられた。

表面筋電図(EMG)を記録するために、粘着性のゲルの付いた銀塩化銀表面電極を用いた。以下の筋の表面筋電図を記録するために、表面電極を双極配置で取り付けました：局所筋として三角筋前部線維(AD)、姿勢筋として前脛骨筋(TA)、腓腹筋内側頭(GcM)、下前脛骨棘と膝蓋骨上縁の midpoint での大腿直筋(RF)、坐骨結筋と腓骨頭の midpoint での大腿二頭筋長頭(BF)、臍の高さで腹直筋(RA)及び脊柱起立筋(ES)いずれも身体の左側の筋とした。電極位置は、筋腹の中央とした。各筋に対し、除毛しアルコールで皮膚を清潔にした後で、電極間距離3cmにて長軸方向に沿って電極を取り付けた。電極の入力抵抗は5k

以下とした。電極からの信号は、EMGアンプを用いて増幅し(×4000)、バンドパスフィルター(1.6-500Hz)を通した。

上肢屈曲運動の終了時点を調べるために小型の単方向加速度計を用いて加速度を記録した。その加速度計は、感度が矢状面に沿うように、被験者の右手関節の背側表面にテープで取り付けられた。

後の分析の為に、EMGアンプ、床反力、加速度計からの信号は、A/D変換器を介して、16ビットの分解能、1KHzでコンピューターに送られ、専用ソフトを用いて記録した。

実験手順

全ての試行は裸足にて足の内側を軽くつけ、両上肢を大腿前面に軽く接触させた立位を保持した状態から始めた。被験者は全試行を通じて、前方のLEDを注視した。

被験者はまず安静立位を3秒間保持した。続いて検者の口頭による予告信号の後、1-3秒のランダムな時間間隔で点灯するLEDに反応して、被験者は両側の上肢を速やかに最高速度で前方水平位まで屈曲した。上肢の水平位置の保持時間は約2秒とし、その保持終了の合図は、LEDの消灯によった。この試行は30秒間の休憩をはさんで10回行った。測定に先立ち、5回の練習試行を行い、被験者が運動課題を理解していることを確認した後に、上肢屈曲運動の測定を行った。

データ分析

上肢屈曲運動時の姿勢筋のバースト活動の開始を次のように分析した。ADのバースト活動開始の-150msから+100msまでの区間において、最低50ms以上続くEMGバーストの包絡線を視察によって同定した。背景筋活動が多く、視察が困難な場合には、バースト活動が安静立位時の姿勢筋活動の平均値+2SDを超えた時点を姿勢筋のバースト活動開始時点と定義した。全試行中にバースト活動が認められた試行割合を算出した。姿勢筋のバースト活動が認められた場合に、そのバースト活動開始からADのバースト活動開始までの時間差を、姿勢筋の活動開始時間として算出した。姿勢筋の活動開始時間は、姿勢筋のバースト活動開始がADのそれよりも早い場合を負の値で示した。

上肢屈曲運動前後のCoPの変位量は、AD開始の-300msから-150msの区間の平均位置から上肢運動停止時点から+150msの区間の平均位置までの距離とした。この上肢運動停止時点は、手根部のポジションセンサーと加速度計に基づく上肢の位置変化と加速度変化から同定した。また、上肢運動後の身体動揺を捉えるために、上肢運動停止時点から2秒間のCoP平均速度を算出した。平均速度算出のために20Hzに再サンプリングした。その信号は、5点2次式で平滑化した後に、2秒間の平均速度として算出した。更に、平均速度への重心高の影響を除く為に、その実測値は、各被験者の身長で除し、100cmあたりの値になるよう補正がなされた。これらの計算式の詳細は、先行研究において既に述べた(Fujiwara et al, 2007)。

(2) 下腿筋厚の測定

被験者は、床の上で右足あるいは左足を接地して椅子に座った。目標点は、以下のように同定した。初めに、下腿最大周径は巻尺を用いて測定した。次に、この高さにおいて、腓腹筋内側頭も両端の幅の midpoint を測定点として油性赤マジックでマークした。このように本研究では、測定部位として、腓腹筋のう

ち、内側頭を選択した。なぜなら、触診による同定が簡単であり、最大横断面積は腓腹筋外側頭よりも大きいからである。腓腹筋内側頭とヒラメ筋の筋厚は、3.8 cm、10 MHz の線系配列のプロープを用いてリアルタイム B モード超音波スキャナを用いて測定した。測定は、0.1 mm 解像度の電気キャリパを用いてスクリーン上で直接行った。超音波測定中、脚の長軸は重力線と平行とした。このときの足関節の背屈、底屈を 0° とした。超音波スキャニングのために超音波プロープの先をジェルで包み、測定点にあてがった。プロープは筋に対して筋腹中央にて垂直とした。プロープのポイントの超音波イメージはコンピュータスクリーン上に示した。測定点での腓腹筋内側頭とヒラメ筋のそれぞれの厚さを測った。スキャニング中、筋膜は平行とし、表面を圧迫しないように注意を払った。腓腹筋内側頭の筋厚は筋の後方にある筋膜の midpoint からヒラメ筋と腓腹筋を分ける筋膜の間の前後距離とした。ヒラメ筋の筋厚はヒラメ筋と腓腹筋内側頭の筋膜の midpoint とヒラメ筋の前方にある筋膜の midpoint の距離とした。腓腹筋とヒラメ筋の筋厚の超音波測定の信頼性および妥当性についてはあらかじめ確認されており (Fujiwara et al. 2010)、本研究では筋厚は 1 人の実験者によって測定した。腓腹筋およびヒラメ筋の相対筋厚比は、筋厚を身長で除して求めた。筋厚比は、ヒラメ筋の筋厚に対する腓腹筋の筋厚の比率とした。

4. 研究成果

結果

(1) 上肢運動時の姿勢調節

AD の反応時間は、4 歳児でもっとも遅く、年長になるほど短縮した ($F_{5,178} = 38.4, p < 0.05$)。姿勢筋活動開始潜時に関して、ES, BF, TA に年齢による影響が認められた (ES: $F_{5,178} = 8.81, p < 0.05$; BF: $F_{5,178} = 7.93, p < 0.05$; TA: $F_{5,167} = 6.25, p < 0.05$; 図 1)。ES と BF は、年齢に伴って短縮し、TA は遅延した。ES の潜時は、4,5 歳児では AD との有意差がなく、6 歳以降ではそれよりも有意に先行した。BF の潜時は、いずれの年齢でも有意に遅延していた ($ps < 0.05$)。TA の潜時は、4 歳では AD との有意差が認められないが、5 歳以降では有意に遅延した ($ps < 0.05$)。これら年齢による影響が認められた筋の筋活動率を図 2 に示す。ES と BF は、いずれの年齢においても 90% 以上の高い活動率を示し、TA のそれは約 50% であった。その他の筋の活動率は、GcM, SOL では 70% 以上、RA, RF では約 50% であった。

上肢運動に伴う CoP_{ap} 変位量は、9-10 歳以降に減少する傾向は認められるものの、年齢による影響が認められなかった ($F_{5,175} = 2.060, p = 0.073$) (図 3)。上肢運動停止後の CoP_{ap} 平均速度は、年齢による有意な影響が認められた ($F_{5,175} = 6.844, p < 0.05$) (図

4)。多重比較検定の結果、7-8 歳以下の年齢群と 11-12 歳群との間、4 歳と 6 歳および 9-10 歳との間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。

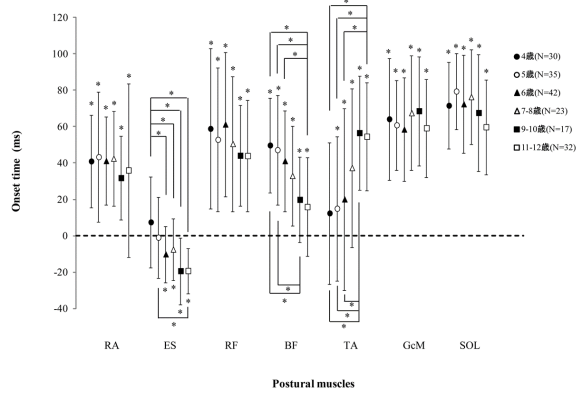


図 1 年齢群ごとの姿勢筋活動開始潜時
0 は三角筋の活動開始時点を示す。
年齢群毎の * は、ゼロとの有意差 ($p < 0.05$)

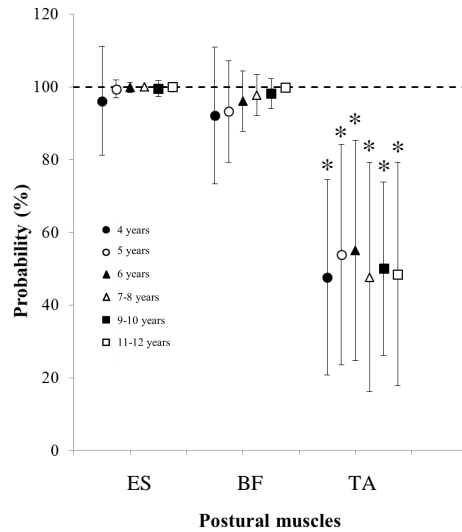


図 2 年齢群ごとの筋活動率
* は、100%との有意差 ($p < 0.05$)

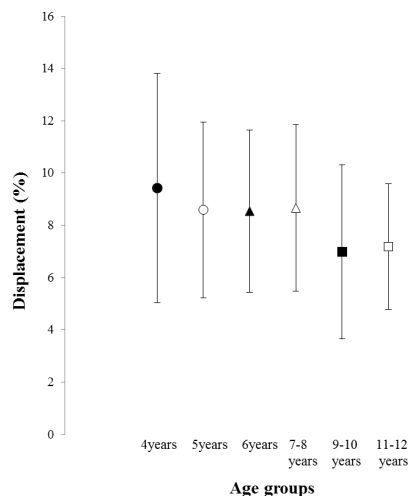


図 3 年齢群ごとの CoP_{ap} 変位量

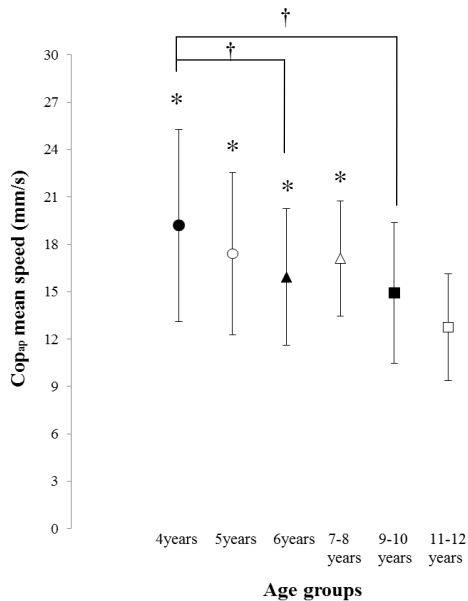


図4 年齢群ごとの上肢運動停止後の平均速度
*: 11-12歳との有意差($p < 0.05$) †: $p < 0.05$

CoP_{ap}の変位量および平均速度と姿勢筋活動開始潜時との相関分析をおこなった。CoP_{ap}の変位量との有意な相関関係が認められたのは、RA ($r = -0.16$), ES ($r = -0.32$), TA ($r = -0.20$), GcM ($r = -0.18$), SOL ($r = -0.16$)であった。平均速度との関係が認められたのは、ES ($r = 0.34$), BF ($r = 0.22$), GcM ($r = 0.24$), SOL ($r = 0.24$)であった。

(2) 下腿筋厚

腓腹筋およびヒラメ筋の筋厚は、年齢に伴い増加した。これらの筋厚に左右差および交互作用は認められなかった。腓腹筋厚は、4歳群に比して、7-8歳群以降で有意差が認められた ($F_{1,169} = 69.3$, $p < 0.05$; 図6)。ヒラメ筋厚は、4歳群に比して、9-10歳群以降で有意差が認められた ($F_{1,169} = 28.5$, $p < 0.05$; 図7)。ヒラメ筋厚に対する腓腹筋厚の比率は4歳群に対して7-8歳群以降で有意に高く、さらに7-8歳群以降では隣り合う群において有意差が認められなかった ($F_{1,169} = 7.9$, $p < 0.05$; 図8)。

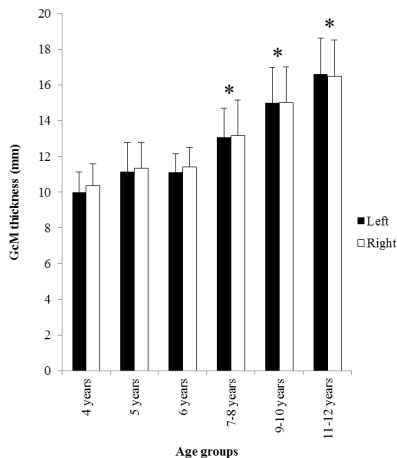


図6 年齢群ごとの腓腹筋厚
*: 4歳との有意差($p < 0.05$)

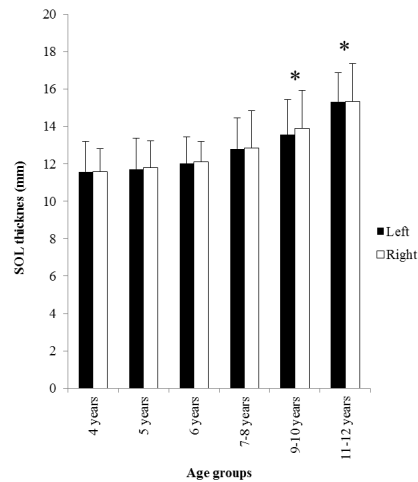


図7 年齢群ごとのヒラメ筋厚
*: 4歳との有意差($p < 0.05$)

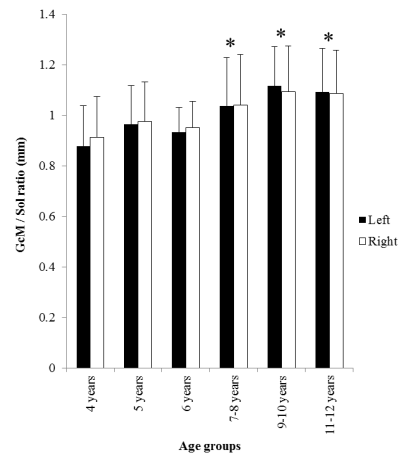


図8 年齢群ごとのヒラメ筋に対する腓腹筋厚の比率
*: 4歳との有意差($p < 0.05$)

考察

先行研究において、成人では上肢屈曲運動時にBFやESに顕著な先行活動が認められるが、前面筋の活動は認められないこと (Bouisset and Zatarra, 1981; Friedli et al., 1984; Fujiwara et al., 2007)が報告されている (Fujiwara et al., 2007)。しかしながら、先行活動はESのみに認められ、BFは児童期後半であっても先行活動が認められなかった。また、成人では上肢運動時にTAの活動率が20%以下であるとされているが (Fujiwara et al., 2007) 11-12歳児ですら高確率で活動が認められた (約50%)。したがって、本結果は、子どもにおける上肢屈曲運動時の姿勢調節の発達において、体幹部は成人様の調節を示しているが、大腿・下腿を利用した成人様の姿勢調節戦略が未成熟であることを示唆している。一方で、BFは年齢を重ねるごとに先行時間が早期化した。したがって、上肢運動時の予測的姿勢制御に関して、児童期の後半であってもまだ成人様の制御様式を獲得しておらず、発達過程にあることを示唆する。すなわち、青年期以降も発達が継続する可能性を示している。予測的姿

勢制御機能が11-12歳であっても成人レベルに達しておらず、成人よりも姿勢の安定性が低いとの報告(Fujiwara et al., 2011)は、本結果と同様であった。

本結果において、ESおよびBF潜時は、7-8歳よりも11-12歳のほうが有意に先行し、TA潜時は有意に遅延した。Hadders-Algra (2007)は、これらの年齢にて、多様な感覚運動機能の発達と一致して、姿勢制御が発達することを報告した。これに関して、いくつかの研究者が種々の証拠を示しており、この年齢において、子どもの前庭機能が、成人レベルに達していること(Shumway-Cook and Woollacott, 1985)、姿勢参照枠が、身体に基づく自己中心参照枠から重力に基づく環境中心参照枠に移行すること(Roncesvalles et al., 2000, 2001, 2004,)が報告されている。このような変化は、姿勢制御における感覚情報処理過程の発達の变化と関連する可能性がある。

CoP_{ap}の変位量と平均速度の結果は、9-10歳以降では、7-8歳以下に比べて上肢運動による外乱をより緩衝できていたことを示している。CoPの変位量および平均速度と姿勢筋活動開始潜時との相関分析の結果は、いずれもESが最も相関係数が高かった。この結果は、上肢運動時のESの先行時間が早いほど、上肢運動後の身体動揺が小さくなるという関連性を示している。先行研究において、成人ではCoP_{ap}の変位量が6.1%FLであると報告されており、年長の児童のほうがやや変位量が大きい。したがって、年齢発達に伴って、ES以外の姿勢筋制御様式が獲得されることにより、成人用の外乱の緩衝が可能になるものと考えられる。

筋厚の結果からは、腓腹筋・ヒラメ筋の筋厚のいずれも年齢に伴い有意な増加を示すこと、特に、7-8歳群以降で腓腹筋の顕著な発達が認められることが明らかとなった。組織学的には、腓腹筋とヒラメ筋とでは遅筋線維および速筋線維の構成比率が異なり、遅筋線維の比率はヒラメ筋の90%に対して、腓腹筋では50%である(Johnson et al. 1973; Trappe et al. 2001)。これら筋厚の発育の年齢による違いはヒラメ筋と腓腹筋の組織学的差異によるものと考えられる。

今後、姿勢筋活動、姿勢変換パターン、筋厚との関係、運動遊び経験との相互関係について検討していく予定である。

5. 主な発表論文等

[学会発表](計13件)

Kiyota T, Fujiwara K, Kunita K, Anan K, Yaguchi C : Developmental changes in activation patterns of postural muscles during bilateral arm flexion. Society for Neuroscience 43th Annual meeting. 2013年11月. San Diego, U.S.A

清田岳臣, 藤原勝夫 : 上肢屈曲運動に伴う姿勢筋活動パターンの発達の变化. 日本健

康行動科学会第12回学術大会 市民公開シンポジウム 「子どもの運動発達と実践例」. 2013年9月. 札幌市

国田賢治, 藤原勝夫, 清田岳臣, 阿南浩司, 佐藤文亮, 鈴木周 : 3歳から14歳までの幼児・児童・生徒における頸部前屈保持時の眼球運動反応時間の変化. 日本健康行動科学会第12回学術大会. 2013年9月. 札幌市

国田賢治, 藤原勝夫, 清田岳臣, 阿南浩司, 佐藤文亮, 鈴木周 : 頸部前屈保持に伴う視標追従能の変化. 日本健康行動科学会第12回学術大会. 2013年9月. 札幌市

清田岳臣, 藤原勝夫, 国田賢治, 阿南浩司, 矢口智恵 : 上肢屈曲運動に伴う姿勢筋活動パターンの発達の变化. 日本健康行動科学会第12回学術大会. 2013年9月. 札幌市

国田賢治, 藤原勝夫, 清田岳臣, 阿南浩司, 佐藤文亮, 鈴木周 : 頸部前屈保持に伴う眼球運動反応時間短縮の発達の变化. 日本生理人類学会第68回大会. 2013年6月. 金沢市

清田岳臣, 藤原勝夫, 国田賢治, 阿南浩司, 矢口智恵 : 安静立位時における筋活動優位側の発達の变化. 日本生理人類学会第68回大会. 2013年6月. 金沢市

Kunita K., Fujiwara K., Kiyota T. and Anan K. : Changes in saccadic reaction time while maintaining neck flexion in children. Society for Neuroscience 42th Annual meeting. 2012年10月. New Orleans, U.S.A

Kiyota T. and Fujiwara K. : Laterality of the postural steadiness during one-leg stance in static and dynamic balance condition. Society for Neuroscience 42th Annual meeting. 2012年10月. New Orleans, U.S.A

国田賢治, 藤原勝夫, 清田岳臣, 阿南浩司 : 幼児・児童における頸部前屈保持に伴う眼球運動反応時間の変化. 日本健康行動科学会第11回学術大会. 2012年10月. 東京.

国田賢治, 藤原勝夫, 清田岳臣, 阿南浩司 : 頸部前屈保持時の眼球運動反応時間短縮の発達様相. 日本生理人類学会姿勢研究部会第5回研究会. 2012年9月. 金沢市.

清田岳臣, 藤原勝夫, 国田賢治, 阿南浩司 : 安静立位時における筋活動優位側の発達の变化. 日本生理人類学会姿勢研究部会第5回研究会. 2012年9月. 金沢市.

藤原勝夫, 清田岳臣, 開田千鶴, 伊禮まり子 : 床振動時と足踏み運動時の支持機能の側優位性. 第47回人類動態学会全国大会; シンポジウム. 2012年6月. 所沢市.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

清田 岳臣 (KIYOTA TAKEO)

札幌国際大学・人文学部・准教授

研究者番号 : 40434956