

平成 30 年 5 月 31 日現在

機関番号：17301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12724

研究課題名(和文)コード化によるハイハイ動作分析手法の開発 - 運動学習過程の検証のために -

研究課題名(英文)Validation of the Reliability of the Criteria for Crawling Motion Analysis

研究代表者

鶴崎 俊哉 (TSURUSAKI, Toshiya)

長崎大学・医歯薬学総合研究科(保健学科)・准教授

研究者番号：20197768

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文):ハイハイ動作の変化から運動学習過程を検討するために、ハイハイ動作分析基準を開発し信頼性を検証した。

ハイハイ動作を記録した動画を資料とし、10名の検査者(経験者群4名、初見群2名、トレーニング群4名)で2回ずつ分析基準を用いたコード化を行い、コードの検査者間および検査者内一致度、さらにバリエーション数についても信頼性を確認した。その結果、コードおよびバリエーション数の一致度ともに十分な信頼性を確認した。

研究成果の概要(英文):We developed criteria for crawling motion analysis, for the purpose of understanding motor learning processes from changes in crawling motion, and investigated their reliability.

Ten examiners (4 with experience, 2 novices, and 4 trainees) used a video recording of the crawling motion during 6-months to code the movements using the analysis criteria on two occasions. The reliability was ascertained using the levels of intra- and inter-examiner agreement, and the variation number.

With the exception of the novices, the levels of agreement of the code and variation number were confirmed to be sufficiently reliable. The results also suggest that prior training increase the reliability. The results suggest the method we have developed is objective.

研究分野：小児理学療法学

キーワード：発達 運動学習 ハイハイ 動作分析 分析基準 コード化

1. 研究開始当初の背景

乳幼児の運動発達は、従来、McGraw や Gesell が提唱した神経成熟理論に基づいて、中枢神経系の下位階層から上位に向かって成熟が進むことを反映していると説明されてきた。しかし、Edelman により脳内の神経細胞は発達や行動の中で多様なネットワークを作り、必要な構造や機能を選択的に組織化するという神経細胞集団選択理論が提唱され、中枢神経系の成熟が乳幼児自身の行動やそれによって環境から受ける刺激により変化することが示唆されている。また多賀らは、乳幼児の運動の変化が無作為な動き（拡散）から、組織化された動きへと収束していくことを報告している。

本研究は、ハイハイ動作の獲得過程がこれらの報告に準じた過程をとると仮説を立て、これを検証することで運動学習の過程を明らかにする。

2. 研究の目的

乳幼児の行動の中でもハイハイ動作（ずり這い、四つ這い、高這いを含む）は、移動という主体的な行動であり、臥位から二足歩行への橋渡しの意味を持つ。ハイハイ動作に関する近年の研究として時間因子を指標としたものがあるが、運動の質的な要素については検討されていない。そこで本研究では、ハイハイ動作獲得過程における運動レパートリーの数的変化に注目した。運動レパートリーの分析においては動作分析の手法が主体となるが、より客観的な分析を行うために分析基準を明確化しコード化する手法の開発を目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、ハイハイ動作獲得前の乳児を対象とし、歩行獲得に至るまでのハイハイ動作の変化を経時的に動画撮影した。撮影されたハイハイ動作は、接地している一側の上肢が離床し再び接地するまでを1周期とし、周期ごとの身体の使い方を作成した基準に基づいてコード化した。このコード化処理を同じ画像について7名の観察者で3回ずつ行い、観察者内および観察者間の再現性が高まるように動画の撮影方法やコード化の基準を修正し、客観的なコード化基準を作成した。また、コード化の項目間の関係および同時に計測した体幹の傾きとの関係性より、その妥当性を検証した。

(1) 画像データの撮影

長崎市内の保育園と子育て支援センターに協力を依頼し、ハイハイ獲得前で研究への参加が継続して可能な乳児（30名を予定）の紹介を受けた。保護者に対し研究への参加を文書および口頭で依頼し、文書による同意が得られたものについて対象とした。

対象児を慣れた環境（保育園や子育て支援センター）で腹臥位とし、玩具や呼びかけにより注意を引いた時の自然な動作を6方向（前後左右および前上方と後上方）より撮影

した。撮影のために、無線LANルータにより1台のパーソナルコンピュータと6台のIPカメラのイントラネットを作成し、1方向からの同時撮影が可能なシステムを作成した。撮影頻度は、原則として2週間に1度以上とし、独歩が可能となるまで継続した。

(2) コード化

大項目4、小項目22の観察項目で構成されたコード化基準を作成し、これに撮影条件によりコード化が不能の場合を「0」、基準のなかに適切なものがない場合を「9」とした。「0」および「9」というコードは、撮影および基準の不備を表現する。

項目	コード数
I ハイハイのパターンに関する項目	
1 ハイハイの種類	3
2 右上肢の使い方(支持期)	4
3 左上肢の使い方(支持期)	4
4 上肢の動かし方	4
5 上下肢を動かすタイミング	6
II 頭部の位置および動きに関する項目	
1 右上肢が床についた時の頭の上がり方	3
2 左上肢を前に出す時の頭の傾き	3
3 左上肢が床についた時の頭の上がり方	3
4 右上肢を前に出す時の頭の傾き	3
III 体幹の動きに関する項目	
1 左上肢を前に出す時の上部体幹の傾き	3
2 右上肢を前に出す時の上部体幹の傾き	3
3 左下肢を前に出す時の下部体幹の傾き	3
4 右下肢を前に出す時の下部体幹の傾き	3
5 脊柱の伸展	3
6 左下肢を前に出す時の脊柱の側彎	4
7 右下肢を前に出す時の脊柱の側彎	4
IV 下肢の使い方に関する項目	
1 左下肢を前に出す時の右下肢の支持	4
2 右下肢を前に出す時の左下肢の支持	4
3 左下肢が床についた時の膝の位置	3
4 右下肢が床についた時の膝の位置	3
5 左足部の使い方	3
6 右足部の使い方	3

観察用動画を作成したコード化基準を用いてコード化した。この際、1動画に対して10名の観察者が、1週間以上の間を開けて2回コード化を行った。

コードのなかに「0」が存在する場合、撮影方法に関する修正をコードのなかに「9」が存在する場合、コードで表現できない動きがあればコードを追加した。コードの基準が修正された場合、新しい基準で再度コード化を繰り返した。これは、コードのなかに「0」および「9」が存在しなくなるまで継続した。

(3) コード化データの検証

得られたデータを使用し、「ハイハイ動作分析基準」の作成・改定に携わり、コード化の経験のある理学療法士免許を有する者4名（以下、経験者群）、初見でコード化を実施した理学療法士免許を有する者2名（以下、初見群）、初見であるが事前に動画を用いてトレーニングを実施し各自の判定基準が概ね標準化された理学療法専攻の学生4名（以下、トレーニング群）の計10名で実施した。この群分けは、経験の違いが影響するかを検証するために実施した。なお、各検査者は同一動画に対

し最低 1 週間の期間をあけて計 2 回のコード化を行った。コード化したデータの統計処理には、大項目ごとの検査者間一致度を Siegel の κ 係数を、検査者内一致度を Cohen の κ 係数を用いて確認した。なお、両係数は検査者全体、経験者群、初見群、トレーニング群のそれぞれについて確認した。さらに動画ごと(記録日ごと)にバリエーション(数字のまとまりの違い)が何通り出現するかを算出し、その数が検査者間および検査者内で一致しているか否かを大項目ごとに級内相関係数 (ICC) にて確認した。

4. 研究成果

本研究では、乳幼児のハイハイ動作について、ずり這い、四つ這いと質的に変化する運動学習過程において観察されるバリエーションの変化を、コード化によって簡便に定量化する手法として独自に作成した「ハイハイ動作分析基準」に対し、その信頼性を検証した。「ハイハイ動作分析基準」作成の過程においては、選択肢「0」および選択肢「9」の出現数を減らすことを大きな目標とした。

選択肢「0」は、動画の記録角度や乳幼児の着衣によって動きが明確に確認できなかったことを意味しており、作成の初期においてはカメラ 2 台での記録であったため 25.34% (全 7957 コード中 2016 個) の出現頻度だった。これを 6 方向からの記録に変更することで、全コード数が約 10 倍になったにもかかわらず出現頻度は 10.03% (全 72847 コード中 7307 個) と大幅に減少した。

選択肢「9」は、動きに対応した選択肢がないか選択肢の文章表現の問題があるものと判断し、選択肢の修正を繰り返した。その結果、当初 0.09% (全 7957 コード中 7 個) であったものが 0.04% (全 72847 コード中 27 個) と半分以下に減少した。このことは、記録方法も含め今回作成した「ハイハイ動作分析基準」の妥当性が向上したためと考える。

大項目ごとの同一サイクルに対するコードの検査者間一致度 (Siegel の κ 係数) は、全体では大項目 II (頭部の位置や動きに関する項目) および III (体幹の動きに関する項目) で 0.3 台と低い値を示したが、経験者群においては高い信頼度とされる 0.61 以上の値を概ね示していた。初見群においては全体と同様に大項目 II および III で、トレーニング群においては、ハイハイをずり這い期間と四つ這い期間に分

表 同一サイクルに対するコードの検査者間一致度

分析対象	分析期間	Siegel's Kappa			
		I	II	III	IV
全検査者	すべて	0.952	0.325	0.390	0.846
	ずり這い期	0.927	0.288	0.290	0.579
	四つ這い期	0.957	0.330	0.407	0.876
経験者群	すべて	0.906	0.758	0.566	0.786
	ずり這い期	0.729	0.570	0.399	0.397
	四つ這い期	0.986	0.844	0.623	0.889
初見群	すべて	0.801	0.380	0.290	0.747
	ずり這い期	0.535	0.262	0.088	0.241
	四つ這い期	0.890	0.412	0.342	0.854
トレーニング群	すべて	0.996	0.389	0.735	0.919
	ずり這い期	1.000	0.374	0.586	0.870
	四つ這い期	0.996	0.379	0.758	0.918

けて検討した結果、全体的にずり這い期間の一致度が低い傾向がみられた。

大項目ごとの同一サイクルに対するコードの検査者内一致度 (Cohen の κ 係数) は、初見群では大項目 II および III で 0.4 台と低い値となったが、経験者群、およびトレーニング群ではすべての項目において 0.8 を上回っており、さらに検査者全体でも信頼性が高いとされる 0.6 を上回った。

表 同一サイクルに対するコードの検査者内一致度

分析対象	Cohen's Kappa			
	I	II	III	IV
全検査者	0.919	0.786	0.695	0.906
経験者群	0.948	0.908	0.807	0.806
初見群	0.845	0.490	0.434	0.905
トレーニング群	0.990	0.825	0.825	0.984

大項目ごとのバリエーション数に対する検査者間の一致度を示す検査者間の ICC は、初見群を除き概ね可能～優秀となる値となった。

表 同一動画におけるバリエーション数の検査者間一致度

分析対象	ICC			
	I	II	III	IV
全検査者※1	0.607	0.541	0.446	0.784
経験者群※2	0.644	0.824	0.675	0.700
初見群※3	0.455	-0.490	0.560	0.176
トレーニング群※4	0.812	0.787	0.836	0.936

※1: ICC(2,10), ※2: ICC(2,4), ※3: ICC(2,2), ※4: ICC(2,4)の値。

同一動画におけるバリエーション数に対する検査者内の一致度を示す検査者内の ICC は、初見群の大項目 I, III において低い値となったが、全体では 0.7 以上を示しており、検査者内における信頼性は高い結果となった。

表 同一動画におけるバリエーション数の検査者内一致度

分析対象	ICC(2,2)			
	I	II	III	IV
全検査者	0.833	0.939	0.798	0.825
経験者群	0.912	0.926	0.775	0.825
初見群	0.299	0.880	0.342	0.820
トレーニング群	1.000	0.983	0.899	0.975

コードに関する検査者間一致度については、全体で大項目 II および大項目 III が低いという結果となった。大項目 II については初見群とトレーニング群の値の低さが影響していると考えられ、その理由として判断基準に曖昧さが残っており、着眼点の違いでばらつきが生じたことが挙げられる。また、大項目 III についても初見群の値が 0.29 と低い結果となったが、同じく初見であるものの事前にトレーニングを実施した群で 0.7 以上の値となっていることから、事前トレーニングが有効であると推察される。なお、ハイハイをずり這い期間と四つ這い期間に分けて検討した結果、全体的にずり這い期間における一致度が低い傾向がみられた。これはわずかに前進するようならずり這い開始時を含んでおり、その期間は特に下肢やそれに連動する体幹の動きが無作為的かつ複雑であったため判断に迷うという意見が多く聞かれた。その結果ばらつきが多く生じ一致度が低くなったと考えられる。

コードに関する検査者内一致度については、初見群を除き概ね良好と考える。「ハイハイ動作分析基準」においては、検査者が判断しやすいように文章表現についても修正を繰り返しているが、それだけでは個人内でも基準が曖

味になっているものと思われる。実際にコード化を行って他者の結果と比較する、トレーニングにより一定基準へのすり合わせを行うことなどで安定した判断が可能になると考えられる。

また、バリエーション数の一致度を示す ICC については、0.41~0.60 で中程度、0.61~0.80 で十分、0.81~1.00 で非常に高いと定義している。これに従えば、本研究におけるバリエーション数の検査者間一致度および検査者内一致度ともに初見群を除き十分かそれ以上の信頼性が得られたといえる。検査者間でコードが完全に一致しない場合においても、検査者内で安定した基準が得られることでバリエーション数は検査者間でも一致することが考えられる。したがって、本研究の最終的な目的であるハイハイ動作のバリエーションを定量化しその変化を捉えるための一つの手段として、動作分析をコード化するという方法論は客観性の得られる手法であると考えられる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ①鶴崎俊哉, 寺尾瞳, ハイハイ動作分析基準の開発と検証, 理学療法科学, 査読有, 32(2), 2017, 323-328
- ②夏迫歩美, 鶴崎俊哉, ハイハイの経験は立位姿勢に影響するか?, 理学療法科学, 査読有, 32(3), 2017, 351-354
- ③寺尾瞳, 近藤景子, 園田楽人, 鶴崎俊哉, ハイハイ動作の再考. 多様性の視点から, 理学療法科学, 査読有, 30(3), 2015, 459-464

[学会発表] (計 14 件)

- ①中畑修平, 三重野志保, 寺尾瞳, 鶴崎俊哉, ハイハイ動作における身体各部位の使い方に関する経時的変化 - ハイハイ動作分析基準を用いて -, 小児保健研究 76(suppl), 2017, 240
- ②高橋亜衣子, 三重野志保, 寺尾瞳, 夏迫歩美, 鶴崎俊哉, ハイハイ動作の経時的変化に関する検討 - ハイハイ動作分析基準を用いて -, 小児保健研究 76(suppl), 2017, 240
- ③李瑛熙, 寺尾瞳, 三重野志保, 鶴崎俊哉, ハイハイ動作獲得過程における上下肢動作の左右差について, 日本赤ちゃん学会第 17 回学術集会プログラム抄録集, 2017, 87
- ④澤ノ井朱里, 武藤友恵, 村上直樹, 夏迫歩美, 寺尾瞳, 三重野志保, 鶴崎俊哉, ハイハイ動作における上部体幹の左右差および経時的変化 - ハイハイ動作分析基準を用いて -, 日本赤ちゃん学会第 17 回学術集会プログラム抄録集, 2017, 88
- ⑤武藤友恵, 澤ノ井朱里, 村上直樹, 夏迫歩美, 寺尾瞳, 三重野志保, 鶴崎俊哉, ハイハイ動作における下部体幹の左右差および経時的変化 - ハイハイ動作分析基準を用いて -, 日本赤ちゃん学会第 17 回学術集会プログラム抄録集, 2017, 89

⑥Fujisawa E, Mieno S, Terao H, Tsurusaki T, Inspection of the reliability about criteria for crawling motion analysis. Concordance rate about number of motion types, Abstract Book of ACPT Congress 2016(Kuala Lumpur), 2016, 207

⑦Mieno S, Terao H, Tsurusaki T, Inspection of the reliability about criteria for crawling motion analysis. Concordance rate for criteria's code, Abstract Book of ACPT Congress 2016(Kuala Lumpur), 2016, 209

⑧鶴崎俊哉, 三重野志保, 寺尾瞳, ハイハイ動作分析基準の信頼性の検討. バリエーション数の一致度に関して, 日本赤ちゃん学会第 16 回学術集会プログラム抄録集, 2016, 85

⑨三重野志保, 鶴崎俊哉, 寺尾瞳, ハイハイ動作分析基準の信頼性の検討. コードの一致度に関して, 日本赤ちゃん学会第 16 回学術集会プログラム抄録集, 2016, 86

⑩三重野志保, 寺尾瞳, 鶴崎俊哉, コード化によるハイハイ動作分析の試み. 検査者内一致率の検討, 小児保健研究, 74, 2015, 230

⑪寺尾瞳, 上原ひろの, 夏迫歩美, 永瀬慎介, 藤森美菜子, 鶴崎俊哉, コード化によるハイハイ動作分析の試み. 検査者間信頼性の検討, 小児保健研究, 74, 2015, 230

⑫上原ひろの, 夏迫歩美, 永瀬慎介, 高橋亜衣子, 中畑修平, 寺尾瞳, 三重野志保, 鶴崎俊哉, コード化によるハイハイ動作分析の試み. 上肢運動 variation の経時変化から, 日本赤ちゃん学会第 15 回学術集会プログラム・抄録集, 2015, 56

⑬永瀬慎介, 高橋亜衣子, 中畑修平, 上原ひろの, 夏迫歩美, 寺尾瞳, 三重野志保, 鶴崎俊哉, コード化によるハイハイ動作分析の試み. 下肢運動 variation の経時変化から, 日本赤ちゃん学会第 15 回学術集会プログラム・抄録集, 2015, 58

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :

種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

鶴崎研究室ホームページ，小児班ハイハイ動作分析基 <http://www2.am.nagasaki-u.ac.jp/ptd/tsurusaki/b63f6goh/5.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鶴崎 俊哉 (TSURUSAKI, Toshiya)
長崎大学・医歯薬学総合研究科(保健学科)・
准教授

研究者番号：20197768

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし