

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：33805

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K02687

研究課題名（和文）幼児を対象とした母指中手指節関節過伸展症の実態調査と援助

研究課題名（英文）Survey and support for hyperextension of the thumb metacarpophalangeal joint in infants

研究代表者

佐藤 寛子 (SATO, Hiroko)

静岡産業大学・経営学部（磐田）・教授

研究者番号：10823700

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：幼児の母指MP関節の受動的伸展角度調査を実施した結果、以下の3点が導出された。1.個人差はあるが60度を超える症例はないこと、2.ほとんどの幼児は過伸展位をとらない操作を日常の手指活動の中で獲得していくこと、3.ハサミ操作時に過伸展位をとる幼児への援助方法である。母指MP関節の解剖学的検討を幼児サルを試料を用いて実施した。光学顕微鏡と走査電子顕微鏡による微細画像の検索をおこなった結果、以下が導出された。1.成人を対象とした先行研究では軟骨板は線維成分とあるが、幼児サルでは硝子軟骨成分であった、2.軟骨板線維部と膜様部には、膠原線維だけではなく弾性線維が含まれた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は母指MP関節過伸展症軽度罹患幼児の実態を明らかにし、幼児の将来のQOLの向上を目指している。これまで国際的にもほとんど調査されてこなかった幼児の当該関節の受動的伸展状況の実態調査と追跡調査を実施し、我が国の幼児の当該関節を介した母指の発育発達の状態が明らかとなった。次にハサミ操作時における当該関節の状態を観察し、過伸展と巧緻性との関係を明らかにした。当該関節掌側板の組織構造については幼児サルの試料を用い、光学顕微鏡の検索と走査電子顕微鏡での観察をおこなった。これまで成人を対象とした研究報告だけであったが、幼児サルを観察したところ、成人にはみられない新しい知見を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：As a result of investigating the passive extension angle of the thumb MP joint in infants, the following three points were derived. 1. Although there are individual differences, there have been no cases where the angle exceeds 60 degrees, 2. Most infants acquire the ability to avoid hyperextension during daily hand activities, and 3. How to assist infants who hyperextend when using scissors. An anatomical study of the thumb MP joint was performed using specimens from infant monkeys. As a result of searching for microscopic images using an optical microscope and a scanning electron microscope, the following was derived. 1. In previous studies in adults, the cartilage plate was described as a fibrous component, but in infant monkeys it was a hyaline cartilage component. 2. The fibrous and membranous parts of the cartilage plate contain not only collagen fibers but also elastic fibers.

研究分野：幼児教育 造形表現

キーワード：造形活動 造形遊び 母指中手指節関節 ハサミ操作 過伸展 援助 造形表現 発育発達

## 1. 研究開始当初の背景

母指は手指の運動の要である。ハサミの使用などの造形行為、器楽演奏、また瓶の蓋の開閉などの日常的な母指の運動（精密把握・握力把握）は、IP・MP・CP 関節の連動した動きにより、巧緻性や指力・握力となる。母指 MP 関節過伸展症の罹患者は母指を随意に操作できない、運動負荷による炎症や疼痛を生じることがある。重度の場合は著しい QOL の低下のため、外科的治療を必要とする。一方、軽度の場合は運動を制限し、痛みを緩和・回避するため、医療機関での受診に至らず、これまでは看過されてきた。そこで、研究者らは幼児の母指 MP 関節過伸展・・・

## 2. 研究の目的

- ① 幼児期の母指 MP 関節伸展角度の実態調査
- ② 幼児のハサミ操作における母指 MP 関節伸展の状態と巧緻性
- ③ 母指 MP 関節罹患幼児のはさみの使用における保育者の援助・指導法の検証
- ④ 幼児サルの母指 MP 関節掌側板の組織学的検索（光学顕微鏡と走査電子顕微鏡）

## 3. 研究の方法

### ① 幼児期の母指 MP 関節伸展角度の実態調査

(1) 調査対象者 保育所型認定こども園の 2 歳児 (26 名)・3 歳児 (35 名)・4 歳児 (43 名)・5 歳児 (45 名)

(2) 調査期間 令和 3 年 4 月から令和 4 年 10 月 (3 ヶ月に 1 回実施)

(3) 調査方法 日本整形外科学会と日本リハビリテーション医学会が国際基準に准じた関節可動域測定法を用いた。母指 MP 関節過伸展症での困り事は当該関節への外圧が原因となることから他動可能域を測定した。測定に用いるゴニオメーターは幼児の手指に対応する最小サイズ (80×50mm、プラスチック製) を採用した。各児の母指 MP 関節伸展角度を左右それぞれ 2 回測定し、測定の様子は iPad で動画撮影し記録した。

検者内信頼性については、5 名の被験者を 4 日間、同時刻に 2 回ずつ測定したデータの不偏分散における標準偏差を求めた。その結果、標準偏差は最大 3.2° (<5°) であった。

### ② 幼児のハサミ操作における母指 MP 関節伸展の状態と巧緻性

(1) 調査対象者 研究協力園の 2 歳児 (12 名)・3 歳児 (33 名)・4 歳児 (39 名)・5 歳児 (43 名)

(2) 調査期間 令和 3 年 6 月から令和 4 年 9 月 (3 ヶ月に 1 回実施)

(3) 調査方法 森下ら (1999)、大西 (2018) の巧緻性を図る調査方法を援用した。15×15 cm の画用紙に 9×9 cm の図形 (直線: 2、3 歳児クラス、正方形: 4 歳児クラス、円: 5 歳児クラス) を 1 mm 幅の線で描き、印刷した調査紙を用意した。ハサミは園で日常的に使われているものを用いた。自由保育の中、保育者の声掛けによる園児の自由意志で実施した。

調査紙は回収後、1mm 幅の線からはみ出した距離を測定した。調査の様子は iPad で動画撮影し、ハサミ操作時における母指 MP 関節の状態を観察した。

### ③ ハサミ操作において母指 MP 関節過伸展位をとる幼児への保育者の援助・指導法の導出

(1) 調査対象者 ハサミ操作時に過伸展位をとる就学前の幼児 1 名。

(2) 調査期間 令和 4 年 3 月

(3) 調査方法 研究協力園にて自由保育の造形活動の中で園長が声負けをし、援助法を試みた。ハサミ操作時にゴムボールを手掌に握らせ、ハサミ操作の様子を iPad でビデオ録画し、その映像記録を分析した。

### ④ 幼児サルの母指 MP 関節掌側板の組織学的検索（光学顕微鏡と走査電子顕微鏡）

幼児サルの両手母指 MP 関節試料は 10%ホルマリン固定後、4%EDTA 液で 3 日間脱灰し、正中より切断され、光学顕微鏡用に用いた。試料はヘマトキシリン・エオジン染色 (H/E) またはアルデヒドフクシンとライトグリーンの二重染色 (AF&LG)、それとアルシアンブルー染色 (AB) され、光学顕微鏡 (Nikon, Tokyo, Japan) で観察した。次に残りのパラフィンブロックはキシレンで脱パラフィンし、再固定し、細胞外マトリックスを消化、アルコール脱水し、凍結後、金蒸着した。試料は Hitachi S-800 走査型電子顕微鏡 (Hitachi、東京、日本) を使用して 5 kV で観察した。

## 4. 研究成果

### ① 幼児期の母指 MP 関節伸展角度の実態調査

各児の左右の母指 MP 関節伸展角度 (2 回の測定の平均値) の 4 月・7 月 10 月の 3 回分の平均をクラス毎に算出、各児の左右の母指 MP 関節伸展角度の最大値の平均をクラス毎に算出、男女

の左右の母指 MP 関節伸展角度の平均を算出した。

平均値のクラス別比較、最大値のクラス別比較は両者共  $5^{\circ}$  の誤差範囲内であった。以上より、2 歳児から 5 歳児間の継時的変化は低いと推察される。また当該関節伸展角度の全クラスを総合した平均は、左  $24^{\circ}$  / 右  $23^{\circ}$ 、最大値の平均は左  $28^{\circ}$  / 右  $27^{\circ}$  であった。日本整形外科学会と日本リハビリテーション医学会が国際基準に准じた関節可動域測定法による参考可動域角度は  $10^{\circ}$  である。本調査から当該関節の可動域の実態は  $10^{\circ}$  以上が常である可能性が高いと推察する。これまで母指 MP 関節過伸展は  $10^{\circ}$  を超えた場合としていたが、過伸展であっても困り事を伴わない場合があることから、実情を踏まえて、当該関節伸展角度と過伸展症について以下に整理した。

表 1. 母指 MP 関節伸展角度と困り事の有無

母指 MP 関節伸展角度	$\leq 10^{\circ}$	困り事-	
	$> 10^{\circ}$	運動時過伸展 -	困り事-

男女差については、2 歳までの四肢関節は性の影響がない、手関節と手の関節可動域では、男性の右手の動きは女性より小さく、全般に男性は女性よりも動きが小さかったとの指摘が先行研究にあった。本調査では、男女別平均、男女別最大値の平均における男女差は最大  $1^{\circ}$  ( $< 5^{\circ}$ ) であった。さらに、男女別平均、男女別最大値の平均の全てにおいて、女兒が男児を上回ることはなかった。全般に男性は女性よりも動きが小さいとの指摘は、幼児期では異なることから更なる調査が必要であると考え。一方、2 歳児の調査結果では、男女差は最大  $1^{\circ}$  ( $< 5^{\circ}$ ) であり、また男女のどちらかが常に上回っているとの結果はみられなかった。以上より 2 歳児では四肢関節と同様に性の影響を受けないとの指摘に準ずる結果であった。

左右差についても検討した。先行研究では手関節と手の関節可動域では男女ともに右手の ROM が左手よりも少ない(前掲)との指摘があった。本調査では、クラス別平均、最大値、男女別の全てにおける左右差は最大  $2^{\circ}$  で  $< 5^{\circ}$  であった。一方、クラス別平均、最大値、男女別の全てにおいて、右手が左手を上回ることがなかった点は先行研究での指摘事項に準ずる結果であった。

事前調査でハサミ操作における母指 MP 関節の状態を観察したところ、歳児が低いと過伸展状態=不安定な状態であるが、次第に伸展 ( $\leq 10^{\circ}$ ) 状態、もしくは屈曲位=安定した状態となっていくことが確認されている。当該関節の伸展角度が大きい幼児も、過伸展位を取らない操作法を、遊びや生活を通して独力で体得していくのである。一方、就学前になっても独力で体得できていない場合は、随意に母指 MP 関節を過伸展から伸展、もしくは屈曲状態に戻せない=不安定症、つまり真性の母指 MP 関節過伸展症である可能性が高く、周囲の大人の理解と援助が必要となる。

## ② 幼児のハサミ操作における母指 MP 関節伸展の状態と巧緻性

### (1) ハサミ操作時の母指 MP 関節過伸展児の巧緻性

2 歳児、3 歳児クラスの抽出児は、全体よりも巧緻性が高く、4 歳児、5 歳児クラスの抽出児は、全体よりも巧緻性が低かった。さらに、抽出児の割合は、歳児が上がるにつれて少なくなった。

### (2) 抽出児の母指 MP 関節伸展角度と巧緻性

巧緻性調査の動画記録において、母指 MP 関節の他動可動域が過伸展であっても、ハサミ操作時に過伸展とならない幼児が散見された。そこで抽出児と全体の巧緻性と母指 MP 関節伸展角度の平均値を比較した。その結果、母指 MP 関節伸展角度と巧緻性には相関関係がないことがわかった。

### (3) ハサミ操作「切る」「開く」時の母指 MP 関節過伸展の状態

ハサミ操作の「切る」「開く」の各運動における母指 MP 関節の過伸展状態を観察した(表 3)。2 歳、3 歳児クラスでは、「開く」ときに過伸展状態になる割合が高いが、4 歳、5 歳児クラスになると、「切る」ときに過伸展状態になる割合が高くなることがわかった。

巧緻性は、母指 MP 関節伸展角度が他動可動域において過伸展 ( $> 10^{\circ}$ ) であることとは関連がなかったが、ハサミ操作時に母指 MP 関節が過伸展となることとは関連があった。

### (1) 2歳児から3歳児クラス

母指 MP 関節周りの組織や筋が発育発達の過渡期であり、ハサミ操作も未熟な状態である。この時期における母指 MP 関節過伸展状態は、ハサミをコントロールしようとして力むことで、母指 MP 関節に負荷がかかった状態、つまり調査紙の図形の線に沿って切断しようとの意欲の現れと推察される。換言すると、ハサミ操作が未熟な状態において、母指 MP 関節が過伸展状態であれば、コントロールしようとの意欲が高い＝巧緻性を獲得しようとして試みている過程における表出であると推察される。データは平均であることから、個別にハサミ操作の熟達度と4歳、5歳の巧緻性を追いつきながら検討を続ける必要がある。

### (2) 4歳児から5歳児クラス

次第にハサミ操作を獲得していく時期であり、ハサミ操作時に母指 MP 関節が過伸展状態である割合は、4歳児で8%、5歳児で2%と顕著に低くなっている。母指 MP 関節が過伸展とならない安定したハサミ操作では、効率よく力を用いることができる。多くの幼児は日常生活や遊びの中で、効率よいハサミ操作を自然と体得していく。この時期に母指 MP 関節が未だ過伸展であれば、ハサミ操作の熟達度によるものなのか、真性の母指 MP 関節過伸展症（随意に母指 MP 関節を過伸展から伸展、もしくは屈曲状態にコントロールできない）であるのかを拙速に判断せずに注意深く見守っていくことが重要である。

### (3) 母指に働く筋の発育発達

2歳児から3歳児は、「開く」操作において、4歳児から5歳児は「切る」操作において母指 MP 関節過伸展状態となる割合が高かった。

## ③ ハサミ操作において母指 MP 関節過伸展位をとる幼児への保育者の援助・指導法の導出

ハサミ操作時に過伸展位をとる6歳男児を対象に援助方法を検証した。市販のゴムボールを手掌に握りハサミ操作を行うことで、ハサミ切断時は過伸展位をとらなくなった。開閉時はゴムボールが直接伸展から屈曲に働くことはなかったが、切断時に伸展から屈曲位となった状態が維持される傾向がみられた。以上より、就学前にハサミ操作が気になる幼児には保育者が声掛けをして、ゴムボールを握らせてハサミ操作をおこなう援助法は有効であることが導出された。



Fig. 1. ハサミ操作における母指 MP 関節過伸展位をとる幼児への援助（左：切断時、右：開閉時）

## ④ 幼児サルの母指 MP 関節掌側板の組織学的検索（光学顕微鏡と走査電子顕微鏡）

### 【光学顕微鏡的検索】

幼児サル母指を通常の HE 染色し、光学顕微鏡で観察して組織構築を概観した。中手指節関節 (MPJ) に掌側板 (PP) と背側板が存在し、distal phalanx joint (DPJ) にも掌側板 (PP) と背側板が見られた (Fig. 1a)。掌側板は軟骨部 (硝子軟骨) と膜様部 (膠原線維) からなっていたが、背側板は軟骨部が無く、膜様部のみから構成されていた。MP 関節掌側板の膜様部は軟骨部をも包んでいた。さらに、切片がヒアルロン酸などの酸性糖を特異的に青色に染めるアルシアンブルー染色 (pH2.5 AB) された時、MPJ と DPJ の関節軟骨および掌側板に陽性反応がでた (Fig. 1b)。また、それらが弾性線維と膠原線維を同定するためにアルデヒドフクシン (AF) とライト緑 (LG) で染色された時、骨組織と腱は緑色に染まったが、掌側板の膜様部は緑色の膠原線維と紫色の弾性線維の両方から構成されていた (Fig. 1c)。

MPJ 掌側板が詳細に調べられた。軟骨部は AB 染色において辺縁と中央で形態的に異なり、小さな軟骨細胞からなり、中央は大きな軟骨細胞が2~3個のグループを作っていた。中央の軟骨細胞の周囲は強い陽性反応を示して、明らかに関節軟骨と同様に硝子軟骨に属していた。軟骨膜は the dense connective tissue からなり、多くの線維芽細胞が見られた。切片がアルデヒド

フクシン (AF) とライト緑 (LG) で染色された時、膠原線維が主であり、弾性線維を含んでいた。

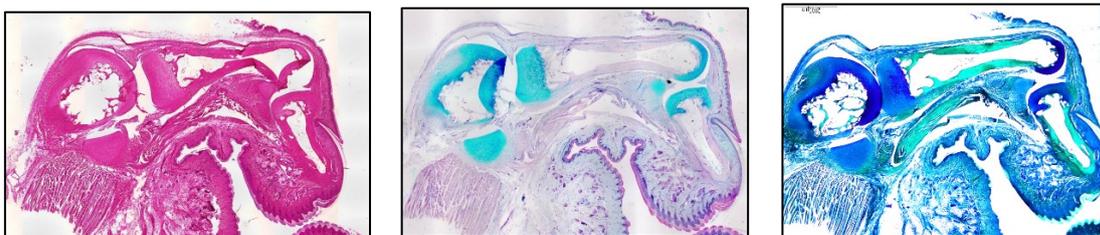


Fig.1. Photomicrograph of sagittal section of the thumb in the infant monkey (×40)  
(左から H/E stain、AB stain、AF and LG stain)

掌側板膜様部は LG 染色で緑色に好染した豊富な膠原線維と、紫色に染まった弾性線維が観察された。膜様部は軟骨組織の両側にあり、膜様部の基節骨側は短く、厚く複雑に配列した膠原線維を有していた。一方、膜様部の中節骨側は細長い紐状をしており、密で平行配列した膠原線維を有していた。

【走査電子顕微鏡 (SEM) 的観察】

固定された幼児サル之母指が 2N NaOH で 3 時間処理された時、軟骨組織や腱のプロテオグリカンのみが消化され、軟骨組織や腱が SEM で三次元的に観察された。

MPJ の掌側板の軟骨部は軟骨細胞とそれらを取り囲んでいる基質 (matrix) からなる。軟骨部の軟骨細胞は径 100 μm で、2~3 のグループを作っていた。関節軟骨も同様の形態である。軟骨小腔が見えた。軟骨部基質は径 80nm の膠原線維 (Ⅱ型コラーゲン) が密集していた。

軟骨部の外周の軟骨膜は径約 120nm の膠原原線維 (Ⅰ型コラーゲン) からなり、網状配列していた。それらは一部軟骨組織に突入していた。

掌側板膜性部の基節骨側は厚く (6 μm) 短く、長母指屈筋腱に付着していた。それは径約 120nm の膠原原線維 (Ⅰ型コラーゲン) からなり、蜜で複雑な様相をしていた。膜性部の中手骨側は細長く (長さ; 20 μm)、平行配列した膠原細線維 (径約 120nm) の束からなっていた (Fig. 2)。掌側板膜性部では軟骨部の膠原原線維束間に蛇行した弾性線維が走っていた (Fig. 2)。今回の SEM 観察上部に三角部が確認され、疎性結合組織からなり、径約 120nm の膠原原線維の他に弾性線維が存在していた (Fig. 2)。長母指屈筋腱は平行密性結合組織であり、膠原細線維 (径約 120nm) の束からなっていた。

特に本研究で行ったことは 30 倍の超低倍率で母指断面の至る所を写真に撮り、Photoshop で 35 枚の写真を組み合わせて 1 枚に写真にしたことである (Fig. 3)。幼児サル之母指 MPJ の掌側板の位置や立体微細構造がよく理解できた。掌側板は軟骨板と細長い膜様部からなっていた。軟骨板軟骨部は硝子軟骨であり、関節軟骨に類似していた。膜様部は軟骨組織に付着し、基節骨側は短く、中手骨側は細長かった。いずれも膠原線維は密であったが、軟骨部上の三角のそれらは疎性であった。膜様部中手骨側は長母指屈筋腱と同様に平行密性結合組織であったが、弾性線維が存在していた。

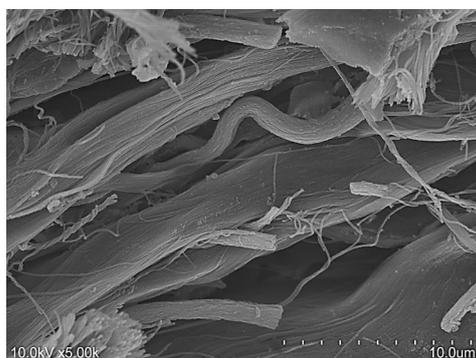


Fig. 2. 軟骨板線維部の SEM 像

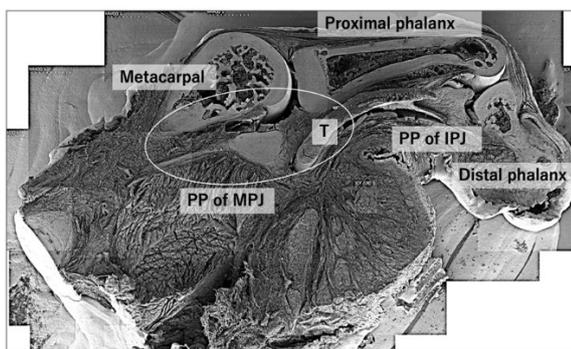


Fig. 3. Scanning electron microscope of sagittal section of the thumb in the infant monkey (×30)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 佐藤寛子・吉田茂	4. 巻 29-1
2. 論文標題 幼児を対象とした母指中手指節関節伸展角度の実態調査 - 2・3・4・5歳児クラスを対象として -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 環境と経営：静岡産業大学論集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 佐藤寛子・吉田茂
2. 発表標題 幼児の母指MP関節過伸展と巧緻性の関係 ハサミの操作技能の調査から
3. 学会等名 日本保育学会第76回大会
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 佐藤寛子・吉田茂
2. 発表標題 幼児を対象とした母指中手指節関節伸展角度の実態調査
3. 学会等名 日本保育学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	中井 真吾 (Nakai Shingo) (30795381)	静岡産業大学・経営学部(磐田)・講師  (33805)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	吉田 茂  (Yoshida Shigeru)  (60829349)	別府溝部学園短期大学・教育学部・特任教授    (47505)	
研究分担者	島田 達生  (Shimada Tatsuo)  (80080555)	大分大学・医学部・客員研究員    (17501)	
研究分担者	坂本 智則  (Sakamoto Tomonori)  (40894514)	大分大学・医学部・助教    (17501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関