

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：11401
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2016～2023
課題番号：16K08435
研究課題名(和文) ヒト胚子から中期胎児の神経系・運動器系・内臓系の形態形成に関する組織学的研究

研究課題名(英文) Histological study on the development of nervous, musculoskeletal, and visceral systems using human embryos and fetuses

研究代表者
阿部 寛 (ABE, Hiroshi)
秋田大学・名誉教授・名誉教授

研究者番号：40151104
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)： ヒト身体の構造は胚子期に続いて中期・後期胎児期にヒトに特有な変化を示す。しかしヒト成人の形態との連続を説明する解剖学的な所見は乏しく、また実験動物ではヒトに特有の形態解析は難しい。
本研究ではスペインのコンプルテンセ大学に既存の胚子・胎児の組織切片と秋田大学の長期保管中の胎児標本を用いた。それぞれの倫理委員会の許可を得て、連続切片の顕微鏡観察により肉眼的dissectionと相同の所見を求めた。
特に神経系・運動器系・内臓系について、中期・後期胎児にいたるヒトに特有の形態形成の解析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義
成人の身体構造の理解には胎児期からの形態形成の解析が欠かせないが、胎児の標本を新たに得ることは困難である。本プロジェクトでは倫理委員会の許可を得て、既存の長期保管中の胚子・胎児標本や胎児の組織切片を用いて、連続切片の観察により形態変化を把握した。特に神経系・運動器系・内臓系における形態形成の過程を観察することで、ヒトに特有の構造が形成された機構や機能的意義を追究することができた。

研究成果の概要(英文)： Fundamental human structures are formed during early embryonic development. Specific structures undergo further changes during the fetal period until near delivery. Unfortunately, few anatomical data are available to demonstrate the connection between fetal and adult structures due to a lack of fetal dissections. Moreover, human-specific structures cannot be analyzed using experimental animals. Therefore, human fetuses are essential for analyzing the morphological changes during the fetal period.
In this research project, in 2016-2023, existing histological sections and fetal specimens stored for years were analyzed with ethical review board permission. The observation of serial histological sections using light microscopy was more effective than the macroscopic dissection of tiny fetuses. Some human embryos and many mid- and late-term fetuses have been used to analyze formation of the nervous, musculoskeletal, and visceral systems.

研究分野：人体解剖学、組織学

キーワード：ヒト胚子 ヒト胎児 連続切片 内臓系 運動器系 神経感覚器系 形態形成

1. 研究開始当初の背景

成人の解剖体では胎児期に由来する破格が多数発見されるが、胎児の標本は世界的に乏しく、新たな標本を得ることも不可能に近く、胎児の解剖学的研究の遂行は困難である。スペインのコンプルテンセ大学の胎児切片と秋田大学の胎児標本の利用に関して倫理委員会の許可を得た。ヒトに特有の形態発生と成人の解剖所見を埋める情報をヒト胎児に求めることとした。

2. 研究の目的

ヒトの胎児の構造は成人のミニチュアではなく、中期・後期胎児期にヒトに特有な形態変化を示し、成人に近い形態と機能を獲得する。本研究では胎児の神経系・運動器系・内臓系の形態変化の解析を行い、ヒトに特有の身体構造と機能発現の機構を理解するための、形態形成過程を追究する。

3. 研究の方法

スペインのコンプルテンセ大学に多年にわたり集積された胚子・胎児の組織切片と、秋田大学の長期保管中の胎児標本より作成した組織切片を用いた。事前にそれぞれの倫理委員会の許可をいただいた。胚子期に続いて中期・後期胎児までの標本から得た連続切片を追究した。一部には免疫染色を施行した。3次元構造を把握し、既知の成人の解剖学的所見と比較した。

4. 研究の成果

(1) 内臓系の形態形成

Vas deference の変位- embryo と早期の fetus を用いて

ウォルフ管は6週で尿生殖洞の尿管口付近に開口し、9週で膀胱平滑筋と尿道括約筋の発達により下行が明確になり、10-11週で膀胱と前立腺の発達により精管が尿道前立腺部に開口した。

動脈管/左鎖骨下動脈の変位-早期の embryo を用いて

動脈管は14ミリの胚子で第6-7頸椎レベルで大動脈弓と結合し、鎖骨下動脈は椎骨1個尾方で大動脈から分れた。15ミリの胚子で動脈管-大動脈弓結合部が下行し鎖骨下動脈と同じ高さになった。

心房に直接流入する心臓の静脈

心房に直接注ぐ静脈75本を観察した。神経が伴行せず心房の trabecula 間の空隙の構造に由来するであろう。前心臓静脈と大心臓静脈の枝は epicardiac vascular plexus に由来すると考えられた。

心臓に分布する神経、後期胎児

心房-心室間で左総心臓静脈、心房中隔の二次中隔と僧帽弁の弁輪周囲に豊富に分布し、静脈極や三尖弁周囲では乏しく、心房内の部位差が大きかった。神経が心内膜面に露出し再編成されていた。

胎児の心臓神経節(あるいは juxtaductal body)

左反回神経に沿って存在し、多くのニューロンが TH とクロモグラニン A 陽性、少数のニューロンが NOS 陽性であった。心臓神経節は交感神経細胞と副交感神経細胞の両者が混在していた。

後期胎児の卵円孔の弁について

後期胎児の卵円孔弁と卵円窩に相当数の変異が見出された。卵円孔弁は一次中隔に大部分を由来するものから左洞房弁に由来するものまでの、一連のスペクトラムを示した。

中期・後期胎児の肺胸膜の発達

中期胎児では細気管支が外側に発達し肺胸膜が薄く、間質組織が乏しく肺表面は rough であった。後期胎児では肺泡が発達し、多量の CD-34 陽性線維や中膜下組織により肺の外表面は平滑になった。

胎児の肺神経節の観察

末梢気道の周囲には神経節は分布しないことから、肺の神経細胞は腸管の筋間神経細胞とは異なる性格を持つ。中期胎児において神経節が外部から遊走して気道平滑筋の外部に分布するのであろう。NOSにもTHにも反応せず、nonadrenergic noncholinergic innervationが支配的であらう。

胎児の左肝動脈の枝が肝左葉の前面に分布する破格について

日本人胎児12体中5体において左肝動脈の辺縁枝が反回して肝左葉第3区前面に分布した。スペイン人胎児22体ではこの枝は観察されなかった。辺縁枝の肝臓実質への分布で人種差があった。

(2)-1 胎児の感覚器の形態形成

胎児上眼瞼の発達に関する観察

上眼瞼の眼輪筋の下部の線維の配列が90-120度後方に屈曲していた。成人の眼瞼と異なり、内側から外側に走行する神経が分布していた。胎児の瞬きを支える構造と思われた。

前庭水管と卵形嚢との間の一過性の結合、その変移

胚子・早期胎児の前庭水管は前庭卵形嚢に結合し、中期・後期胎児では、外リンパ腔が拡大し卵形嚢から前庭水管を分離させ球形嚢の方に押し出し、球形嚢と結合するように移動した。

胎児の前庭の特徴的变化

内・外リンパ腔間の屈曲する膜は成長中の球形嚢と卵形嚢に見られ、中期胎児で卵形嚢と半規管膨大部の結合部に見られた。外リンパ腔はしばしば網状構造を失った。骨性の内耳の中で外リンパが増大し内膜は不均一に成長し波状の変形を示した。メニエール病の原因に関わると思われた。

Fissula ante fenestram (FAF) の成長過程

胎児の内耳に存在する裂隙であるFAFはotosclerotic lesionや外リンパ液漏出の原因の病的な構造ではなく、蝸牛の3次元的な軟骨のループの成長による軟骨のgapの遺残であることが示された。

内耳の耳胞軟骨の骨化過程で脈管のルートとして働くCotugno管(CC)

CCは耳胞軟骨への脈管の経路で耳胞軟骨の上部の間質裂隙として現れ、上・前半規管の輪を通り第8脳神経に沿う動脈とS状静脈同又は錐体静脈洞への静脈を含む。耳胞骨化後の役割は乏しい。

胎児耳介軟骨と耳介筋の発達

中期胎児では耳介軟骨は1個の波状の軟骨板を形成し、大耳介筋、上・後耳介筋、前耳介筋を伴っていた。後期胎児では対輪と舟状窩が軟骨板から発達し、耳珠と対珠が軟骨板に加えられた。軟骨よりも耳介筋の発達は遅延した。軟骨原基が羽状に並ぶという古典的な概念は確認できなかった。

耳介軟骨の形態、後期胎児と成人の比較

胎児では3つの窪み(concha、scapha、三角窩)それぞれに皮膚のヒダと軟骨の芯を有した。耳介軟骨の形態には4型があったがvariationが多く、軟骨の再構成が生後に起こるのであろう。

鼓膜張筋(TT)と口蓋帆張筋(TVP)は1つの二腹筋だ

6週で第一鰓弓原基からTTとTVPが2分し、7週で腱様の組織が両者を結合した。TT-TVP複合体は口蓋の上昇、鼓室腔から間質組織の除去、蝶形骨突起の形成に関与し1個の二腹筋と考えられた。

筋肉の付着腱の滑車の発達、レビューと鼓膜張筋に関連する新知見

筋滑車の移動は1)付着腱と滑車の位置関係の変化、2)拡大中の軟骨が筋の付着腱を押し付ける、3)停止腱が別の構造に移動する、の3型がある。鼓膜張筋腱は直角に変向しツチ骨柄に停止した。

(2)-2 胎児の頭部・顔面の形態形成

胎児期の顔面神経の走行

顔面神経と関係する鼓索神経と大・小錐体神経の走行を、胚子・胎児を用いて再検討した。内耳周辺における空間的位置関係は、胎児期にすべて決定されるのではなく、生後に確定すると思われた。

海綿静脈洞と外転神経、後期胎児の観察

胎児の海綿静脈洞において内頸動脈と外転神経は直線的な走行を示した。後者は外眼筋の共通起始腱の手前で下方に屈曲し動眼神経の側方を走行した。

鼻涙管の下鼻道への開口

胎児鼻涙管の下鼻道への開口部 (Hasner ' s membrane) にはマクロファージ、脈管、神経が殆どなかった。下鼻道への開通は鼻涙管内の圧力によると考えられた。

切歯管と鼻口蓋管の観察

前頭断切片と矢状断切片とを比較し、切歯管が口蓋骨と上顎骨の境界部の様々な構造から形成されることを示した。成人の切歯管の種々の破格に対応するものである。

上咽頭収縮筋 (CPS) と頬筋の会合

CPS は 8-9 週で咽頭に限局し、11 週で前方に延長し蝶形骨翼状突起の鉤に接し、13 週で鉤を越え頬筋 (BC) に到達し、30 週で口蓋咽頭筋に接した。CPS の変化が種々の破格を引き起こした。

輪状咽頭筋 (cricopharyngeus muscle、CPM) の観察

CPM は食道-咽頭移行部にある。CPM の内側の筋束は喉頭の輪状軟骨に付着し、外側の筋束は延長して胸骨甲状筋あるいは輪状甲状筋の筋膜に至った。CPM は食道-咽頭移行部の外側にあつて上部食道の収縮筋として発達したのではなく、2 次的な機能を持つと考えられた。

(3)-1 パチーニ小体の形成と分布

胎児手指のパチーニ小体様構造の観察

小型 (径 20-40 μm 、長さ 20-200 μm) で層がタイトな未熟型と、大型 (径 70-150 μm 、長さ 0.5-1.5 mm) で層が疎な成熟型が観察され、腱鞘内部、腱の背側、爪床、固有掌側指神経付近に総数で 175 個を確認した。未熟型の 5-10 個のクラスターもあり、異常形の小体は生後に変性したと思われた。

手指のパチーニ小体の樹状構造、胎児と成人の比較

層が薄くまとまった型から層が厚くゆるく結合した型へと変化した。長さ 0.2-0.6mm で長軸方向に伸びる部分と長さ 0.1mm で鋭く曲がる先端部分が集まり樹状・ブーケ状構造をなした。末節に 80-180 個の小体を数えた。成人では 40 個のみ把握でき、生後にパチーニ小体は大きく減少した。

胎児手指と親指のパチーニ小体、3 次元構築と分布

小指 3 本の末節には 45-75 個 (径 0.05-0.3mm、長さ 0.2-1.0mm) が神経に沿い長軸方向に存在した。5-20 個のクラスターが樹状・ブーケ構造 (指間では長さ \sim 2 mm) をなし、指、親指、指間に存在した。中心核は S100 抗体陽性を呈した。腱鞘・爪床の小体や樹状構造は胎児に特有の構造であった。

胎児の足底のパチーニ小体の分布

528-900 個のうち約半数が基節、特に長指屈筋と短小指屈筋の腱より浅側に分布した。足底の内側より外側に多く分布した。後方では単独で存在し近傍どうし 0.5 mm 以上離れていた。前方では数が多くクラスターもあった。後期胎児の足底の分布は、乳児に特化した構造を有すると思われた。

胎児の足底におけるパチーニ小体の分布

3 次元構築を施行した。親指の先端よりも指間部に特に多く分布していた。背側と爪床にも数多く分布していた。親指の屈筋腱の腱鞘の中にパチーニ小体が連なっていた。腱鞘における分布は手掌よりも多かった。樹状・ブーケ状のパチーニ小体集団は貫通動脈に沿っていた。

(3)-2 筋膜と筋肉の形成

胎児大殿筋の発達と大腿の筋膜への付着の形成

初期の大殿筋は二腹筋の様相を呈し、中間部が後に外側・遠位に至り腸脛靭帯となる。大腿筋膜張筋の発達は遅れる。大殿筋-腸脛靭帯複合体が股関節を安定させ歩行と立位の形成に必須である。

大腿筋膜張筋 (TFL) の腸脛靭帯の発達への関与

TFL は7週では中殿筋や大腿直筋の起始近傍の小さな筋肉塊であった。10週までに外側広筋の筋膜と大殿筋の筋膜を結合し初期の腸脛靭帯に含まれた。14週までに結合する筋膜の2つの層に挟まれて存在した。TFL は腸脛靭帯の発達に深く関与し、腸脛靭帯は生後に脛骨に付着するであろう。

踵骨腱の発達と足底筋腱との関係

8-12週では踵骨腱の腱鞘は多層で内部に足底筋腱を含んだ。26-39週では3層に区別でき、足底筋腱は多くは中間層に含まれた。歩行による機械的ストレスで筋膜の再構成が起こりvariationが生じた。

胎児胸腰筋膜 (TLF) の発達、特に腹横筋との関係

TLF中間層は18週までは腹横筋か横筋筋膜に続いていたが、その外側端は後期胎児ではTLF後層部に接続した。すなわちTLF中間層は筋膜同士の接続と筋肉との位置関係を劇的に変更させた。

腸腰筋と中殿筋の大腿骨近位付着部の変化

腸腰筋と中殿筋は6-7週では大腿骨の前後に同じ高さで付着した。8-9週では中殿筋付着は大転子に、腸腰筋付着は内側に移動した。15-16週では両筋の付着は内側と外側に面し、高さも異なった。

胎児期の上腕三頭筋と外側広筋の筋膜の形成

筋膜は薄い線維 (F1) で筋自体より形成され筋表面から離れ、その下にF1と同様に第2・第3の線維層 (F2・F3) が加えられ三層構造となった。筋内の腱はF2またはF3と結合し膠原線維を供給し、筋膜は厚く丈夫な腱膜に成長した。

足底筋(plantaris muscle, PL)と腓腹筋外側頭(lateral head of gastrocnemius muscle, GL)の起始

PLとGLは3個ずつ起始(PL1~3、GL1~3)を持つ。足底筋の起始としてPL1が残り他5つの共通腱の中に線維(fabellae)を含む。GL1~3は共通腱として残った。歩行のストレスで腱の再構成が起こった。

胎児の円回内筋と正中神経の形成

初期に尺骨からの筋束はなく、中期に筋の一部は肘関節関節包に接触し、後期に尺骨鉤状突起付近の関節包から尺骨頭が起こり、生後に腱膜が尺骨と接続する。2次的な変化が多様な破格を残した。

(3)-3 胎児の関節と靭帯の形成

仙腸関節の形成の再考、顎関節・腕橈関節との比較

仙腸関節では仙骨の骨化が先行し関節軟骨が形成され、続いて関節腔が形成された。こんな順番は顎関節と腕橈関節ではみられなかった。腸骨からの機械的刺激により関節軟骨の形成が促された。

前距腓靭帯(ATFL)と後距腓靭帯(PTFL)の発達と距腿関節

9-10週でATFLは関節包の肥厚で、PTFLは距腿関節から離れ、両者は水平に走った。12週で両者は遠位に伸びた。後期胎児では斜め又は複雑な走行を示し、生後の機械的負荷により構造が変化した。

十字靭帯の形成過程の追究

前・後十字靭帯の形成過程では軟骨への2種の付着が認められ、軟骨窩への付着型と軟骨膜への単純な移行型があった。十字靭帯の脛骨側では後者、大腿骨側では両者の付着様式が観察された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計46件（うち査読付論文 46件 / うち国際共著 43件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ji Hyun Kim, Zhe-Wu Jin, Shogo Hayashi, Gen Murakami, Hiroshi Abe, Jose Francisco Rodriguez-Vazquez	4. 巻 56
2. 論文標題 Development and growth of the human fetal sacroiliac joint revisited: a comparison with the temporomandibular joint	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Anat Cell Biol	6. 最初と最後の頁 252-258
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5115/acb.22.189.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Zhe-Wu Jin, Ji Hyun Kim, Masahito Yamamoto, Yukio Katori, Hiroshi Abe, Gen Murakami, Shin-Ichi Abe	4. 巻 44
2. 論文標題 Growth in fetuses of the constrictor pharyngis superior with special reference to its meeting with the buccinator: an embryological basis of adult variations in palatopharyngeal anatomy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Surg Radiol Anat	6. 最初と最後の頁 559-571
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00276-022-02907-w.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Ji Hyun Kim, Zhe-Wu Jin, Shogo Hayashi, Gen Murakami, Jose Francisco Rodriguez-Vazquez, Hiroshi Abe	4. 巻 44
2. 論文標題 Major change in morphology of the talofibular ligaments during fetal development and growth	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Surg Radiol Anat	6. 最初と最後の頁 1121-1129
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00276-022-02987-8.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Ji Hyun Kim, Zhe-Wu Jin, Hiroshi Abe, Gen Murakami, Jose Francisco Rodriguez-Vazquez, Nobuyuki Hinata	4. 巻 55
2. 論文標題 Distal vaginal atresia: a report of a rare type found a late-term fetus and its histological comparison with the normal pelvis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Anat Cell Biol	6. 最初と最後の頁 475-482
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5115/acb.22.082.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shogo Hayashi, Ji Hyun Kim, Zhe-Wu Jin, Gen Murakami, Jose Francisco Rodriguez-Vazquez, Hiroshi Abe	4. 巻 45
2. 論文標題 Development and growth of the calcaneal tendon sheath with special reference to its topographical relationship with the tendon of the plantaris muscle: a histological study of human fetuses	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Surg Radiol Anat	6. 最初と最後の頁 247-253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00276-023-03086-y.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Jin Zhe-Wu, Kim Ji Hyun, Suzuki Daisuke, Sugai Namiko, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Rodriguez-Vazquez Jose Francisco	4. 巻 54
2. 論文標題 Relationship of the fabella with the origins of the plantaris and gastrocnemius lateral head muscles in late-term fetuses: a histological study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Anatomy and Cell Biology	6. 最初と最後の頁 270 - 279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5115/acb.20.326.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abe Hiroshi, Hayashi Shogo, Kim Ji Hyun, Murakami Gen, Rodriguez-Vazquez Jose Francisco, Jin Zhe Wu	4. 巻 43
2. 論文標題 Fetal development of the thoracolumbar fascia with special reference to the fascial connection with the transversus abdominis, latissimus dorsi, and serratus posterior inferior muscles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surgical and Radiologic Anatomy	6. 最初と最後の頁 917-928
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00276-020-02668-4.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Rodriguez Vazquez Jose Francisco, Iglesias Moreno Maria Cruz, Poch Adriana, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Honkura Yohei	4. 巻 305
2. 論文標題 Fetal development and growth of the fissula ante fenestram in the human ear	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Anatomical Record (Hoboken)	6. 最初と最後の頁 424 - 435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ar.24711.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kim J. H., Sugai N., Suzuki D., Murakami G., Abe H., Rodriguez-Vazquez J. F., Yamamoto M.	4. 巻 81
2. 論文標題 Paratenon of the cruciate ligaments of the knee: a macroscopic and histological study of human fetuses	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Folia Morphologica (Warsz)	6. 最初と最後の頁 134 ~ 143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5603/FM.a2021.0003.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Sato Minako, Cho Kwang Ho, Yamamoto Masahito, Hirouchi Hidetomo, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Abe Shinichi	4. 巻 42
2. 論文標題 Cavernous sinus and abducens nerve in human fetuses near term	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surgical and Radiologic Anatomy	6. 最初と最後の頁 761 ~ 770
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00276-020-02443-5.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Honkura Yohei, Hayashi Shogo, Abe Hiroshi, Murakami Gen, Rodriguez Vazquez Jose F., Shibata Shunichi	4. 巻 304
2. 論文標題 The third vascular route of the inner ear or the canal of Cotugno: Its topographical anatomy, fetal development, and contribution to ossification of the otic capsule cartilage	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Anatomical Record	6. 最初と最後の頁 872 ~ 882
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ar.24508.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ishiyama Gentaro, Kim Ji Hyun, Chai Ok Hee, Viebahn Christoph, Wilting Jorg, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Abe Shinichi	4. 巻 43
2. 論文標題 A missing distal complex of the external and internal anal sphincters: a macroscopic and histologic study using Japanese and German elderly cadavers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surgical and Radiologic Anatomy	6. 最初と最後の頁 775 ~ 784
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00276-020-02606-4.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Honkura Yohei, Hayashi Shogo, Kim Ji Hyun, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Rodriguez-Vazquez Jose Francisco, Katori Yukio	4. 巻 133
2. 論文標題 Development and growth of auricular cartilage and muscles: A study using human fetuses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology	6. 最初と最後の頁 109973 ~ 109973
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijporl.2020.109973.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hashimoto Chiaki, Kitamura Kei, Yamamoto Masahito, Honkura Yohei, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Abe Shinichi	4. 巻 304
2. 論文標題 Auricular cartilage configuration: a histological study using late stage human fetuses and adult cadavers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Anatomical Record	6. 最初と最後の頁 2661-2672
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ar.24608.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sugai Namiko, Cho Kwang Ho, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Uchiyama Eiichi, Kura Hideji	4. 巻 43
2. 論文標題 Distribution of sole Pacinian corpuscles: a histological study using near-term human feet	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surgical and Radiologic Anatomy	6. 最初と最後の頁 1031-1039
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00276-021-02685-x.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Jin Zhe Wu, Cho Kwang Ho, Xu Dong Yuan, You Ya Qian, Kim Ji Hyun, Murakami Gen, Abe Hiroshi	4. 巻 227
2. 論文標題 Pacinian corpuscles in the human fetal foot: A study using 3D reconstruction and immunohistochemistry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger	6. 最初と最後の頁 151421 ~ 151421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aanat.2019.151421.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yamamoto M, Hashimoto K, Honkura Y, Murakami G, Abe H, Rodriguez-Vazquez JF, Abe SI	4. 巻 33
2. 論文標題 Morphology of the Upper Esophageal Sphincter or Cricopharyngeus Muscle Revisited: A Study Using Adult and Fetal Specimens.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clin Anat	6. 最初と最後の頁 782-794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ca.23506.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Suzuki D, Kim JH, Shibata S, Abe H, Murakami G, Rodriguez-Vazquez JF	4. 巻 224
2. 論文標題 Flap valve of the heart foramen ovale revisited: macroscopic and histologic observations of human near-term fetuses.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ann Anat.	6. 最初と最後の頁 8-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aanat.2019.03.006.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Cho KH, Kim JH, Jin ZW, Abe H, Murakami G, Rodriguez-Vazquez JF	4. 巻 302
2. 論文標題 Ganglia in the Human Fetal Lung.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Anat Rec (Hoboken).	6. 最初と最後の頁 2233-2244
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ar.24208.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 J.H. Kim, O.H. Chai, C.H. Song, Z.W. Jin, G. Murakami, H.Abe	4. 巻 78
2. 論文標題 Observations of foetal heart veins draining directly into the left and right atria	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Folia Morphol	6. 最初と最後の頁 283-289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5603/FM.a2018.0077.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kwang Ho Cho, Ji Hyun Kim, Gen Murakami, Hiroshi Abe, Jose Francisco Rodriguez-Vazquez, Ok Hee Chai	4. 巻 52
2. 論文標題 Nerve distribution in myocardium including the atrial and ventricular septa in late stage human fetuses	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Anat Cell Biol	6. 最初と最後の頁 48-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5115/acb.2019.52.1.48.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ji Hyun Kim, Shunichi Shibata, Hiroshi Abe, Gen Murakami, Jose Francisco Rodriguez-Vazquez	4. 巻 52
2. 論文標題 Topographical variations of the incisive canal and nasopalatine duct in human fetuses	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Anat Cell Biol	6. 最初と最後の頁 426-435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5115/acb.19.111.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kim Ji Hyun, Cho Kwang Ho, Jin Zhe Wu, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Chai Ok Hee	4. 巻 51
2. 論文標題 Ganglion cardiacum or juxtaductal body of human fetuses	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Anatomy & Cell Biology	6. 最初と最後の頁 266 ~ 273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5115/acb.2018.51.4.266.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yamamoto Masahito, Wilting Joerg, Abe Hiroshi, Murakami Gen, Rodriguez-Vazquez Jose Francisco, Abe Shin-ichi	4. 巻 51
2. 論文標題 Development of the pulmonary pleura with special reference to the lung surface morphology: a study using human fetuses	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Anatomy & Cell Biology	6. 最初と最後の頁 150 ~ 157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5115/acb.2018.51.3.150.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Cho Kwang Ho, Jang Hyung Suk, Abe Hiroshi, Yamamoto Masahito, Murakami Gen, Shibata Shunichi	4. 巻 301
2. 論文標題 Fetal Development of Fasciae around the Arm and Thigh Muscles: A Study Using Late Stage Fetuses.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Anatomical Record (Hoboken)	6. 最初と最後の頁 1235-1243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ar.23804.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Cho Kwang Ho, Jin Zhe Wu, Abe Hiroshi, Wilting Joerg, Murakami Gen, Rodriguez-Vazquez Jose Francisco	4. 巻 77
2. 論文標題 Tensor fasciae latae muscle in human embryos and fetuses with special reference to its contribution to the development of the iliotibial tract	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Folia Morphologica (Warsz)	6. 最初と最後の頁 703-710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5603/FM.a2018.0015.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kim Ji Hyun, Park Channy, Yang Xiaopeng, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Shibata Shunichi	4. 巻 301
2. 論文標題 Pacinian Corpuscles in the Human Fetal Finger and Thumb: A Study Using 3D Reconstruction and Immunohistochemistry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Anatomical Record (Hoboken)	6. 最初と最後の頁 154 ~ 165
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ar.23707.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shiraishi Y., Jin Z. W., Mitomo K., Yamamoto M., Murakami G., Abe H., Wilting J., Abe S.	4. 巻 77
2. 論文標題 Foetal development of the human gluteus maximus muscle with special reference to its fascial insertion	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Folia Morphologica (Warsz)	6. 最初と最後の頁 144 ~ 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5603/FM.a2017.0060.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kobayashi Komei, Cho Kwang Ho, Yamamoto Masahito, Mitomo Keisuke, Murakami Gen, Abe Hiroshi, Abe Shinichi	4. 巻 40
2. 論文標題 Tree of Vater-Pacinian corpuscles in the human finger and thumb: a comparison between the late fetal stage and old age	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Surgical and Radiologic Anatomy	6. 最初と最後の頁 243 ~ 257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00276-017-1894-z.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Honkura Y, Takanashi Y, Kawamoto-Hirano A, Abe H, Osanai H, Murakami G, Katori Y.	4. 巻 94
2. 論文標題 Nasolacrimal duct opening to the inferior nasal meatus in human fetuses.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Okajimas Folia Anat Jpn.	6. 最初と最後の頁 101 - 108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2535/ofaj.94.101.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kim JH, Yamamoto M, Abe H, Murakami G, Shibata S, Rodriguez-Vazquez JF, Abe SI.	4. 巻 94
2. 論文標題 The palatomaxillary suture revisited: A histological and immunohistochemical study using human fetuses.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Okajimas Folia Anat Jpn.	6. 最初と最後の頁 65-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2535/ofaj.94.65.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abe S, Tomita N, Yamamoto M, Sato M, Abe H, Murakami G, Rodriguez-Vazquez JF	4. 巻 94
2. 論文標題 Topographical anatomy of the pronator teres muscle and median nerve: a study using histological sections of human fetuses.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Okajimas Folia Anat Jpn.	6. 最初と最後の頁 37 - 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2535/ofaj.94.37.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abe H, Yamamoto M, Suzuki R, Zhou M, Murakami G, Rodriguez-Vazquez JF	4. 巻 94
2. 論文標題 Changes in topographical relation between the ductus arteriosus and left subclavian artery in human embryos: a study using serial sections.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Okajimas Folia Anat Jpn.	6. 最初と最後の頁 27 - 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2535/ofaj.94.27.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kim JH, Sakanaka K, Tomita N, Murakami G, Abe H, Abe S.	4. 巻 50
2. 論文標題 Pacinian corpuscle-like structure in the digital tendon sheath and nail bed: a study using late-stage human fetuses.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Anat Cell Biol.	6. 最初と最後の頁 33 - 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5115/acb.2017.50.1.33.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Jin ZW, Cho KH, Abe H, Katori Y, Murakami G, Rodriguez-Vazquez JF	4. 巻 39
2. 論文標題 Fetal facial nerve course in the ear region revisited.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Surg Radiol Anat.	6. 最初と最後の頁 885 - 895
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00276-017-1818-y.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Rodriguez-Vazquez JF, Honkura Y, Katori Y, Murakami G, Abe H.	4. 巻 209
2. 論文標題 Fetal development of the pulley for muscle insertion tendons: A review and new findings related to the tensor tympani tendon.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ann Anat.	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aanat.2016.09.001.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Jin ZW, Shibata S, Abe H, Jin Y, Li XW, Murakami G.	4. 巻 76
2. 論文標題 A new insight into the fabella at knee: the foetal development and evolution.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Folia Morphol (Warsz).	6. 最初と最後の頁 87-93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5603/FM.a2016.0048.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Jin Jin ZW, Abe H, Hinata N, Li XW, Murakami G, Rodriguez-Vazquez JF	4. 巻 49
2. 論文標題 Descent of mesonephric duct to the final position of the vas deferens in human embryo and fetus.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Anat Cell Biol	6. 最初と最後の頁 231-240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5115/acb.2016.49.4.231.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yamamoto M, Takada H, Takayama T, Katsumura S, Sato M, Abe H, Murakami G, Abe SI	4. 巻 93
2. 論文標題 Cartilage attachment morphology of the fetal cruciate ligaments of the knee: an immunohistochemical study using human fetal specimens.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Okajimas Folia Anat Jpn	6. 最初と最後の頁 67-72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2535/ofaj.93.67.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jin ZW, Jin Y, Yamamoto M, Abe H, Murakami G, Yan TF	4. 巻 75
2. 論文標題 Oblique cord (chorda obliqua) of the forearm and muscle-associated fibrous tissues at and around the elbow joint: a study of human foetal specimens	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Folia Morphol (Warsz)	6. 最初と最後の頁 493-502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5603/FM.a2016.0019.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Jin ZW, Abe H, Jin Y, Shibata S, Murakami G, Rodriguez-Vazquez JF	4. 巻 75
2. 論文標題 Positional changes in tendon insertions from bone to fascia: development of the pes anserinus and semimembranosus muscle insertion in human fetuses.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Folia Morphol (Warsz)	6. 最初と最後の頁 503-511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5603/FM.a2016.0020.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Cho KH, Homma KI, Kim JH, Murakami G, Rodriguez-Vazquez JF, Abe H	4. 巻 46
2. 論文標題 Growth of muscles and nerves in the upper eyelid: a morphometrical and immunohistochemical study using term human fetuses	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Surg Radiol Anat	6. 最初と最後の頁 317-326
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00276-024-03308-x.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Jin ZW, Honkura Y, Yamamoto M, Hayashi S, Murakami G, Abe H, Rodriguez-Vazquez JF	4. 巻 244
2. 論文標題 Sphenomandibular ligament and degenerating Meckel's cartilage revisited: Sequential variations with temporal bone deformity for ligament attachment in near-term human fetuses	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 J Anat	6. 最初と最後の頁 514-526
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/joa.13974.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kim JH, Hayashi S, Murakami G, Rodriguez-Vazquez JF, Abe H	4. 巻 56
2. 論文標題 A marginal branch of the left hepatic artery running along the umbilical vein and supplying the anterior surface of the liver left lobe: a report of 5 cases in 12 Japanese human fetuses	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Anat Cell Biol	6. 最初と最後の頁 579-583
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5115/acb.23.091.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Honkura Y, Katori Y, Hirano-Kawamoto A, Kawase T, Rodriguez-Vazquez JF, Murakami G, Abe H	4. 巻 51
2. 論文標題 Characteristic findings in the human fetus vestibule: A human temporal bone study	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Auris Nasus Larynx	6. 最初と最後の頁 147-153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.anl.2023.05.004.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Honkura Y, Katori Y, Hirano-Kawamoto A, Kawase T, Rodriguez-Vazquez JF, Murakami G, Abe H	4. 巻 250
2. 論文標題 Transient connection between the vestibular aqueduct and utricle: A study using sagittal sections of human embryonic heads	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Ann Anat	6. 最初と最後の頁 152113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aanat.2023.152113.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計0件

〔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	鈴木 良地 (SUZUKI Ryoji) (20396550)	秋田大学・医学系研究科・准教授 (11401)	

	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
研究協力者	村上 弦 (Murakami Gen)		

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
研究協力者	趙 光浩 (Cho Kwan Ho)		
連携研究者	山本 将仁 (Yamamoto Masahito) (90733767)	東海大学・医学部・准教授 (32644)	
連携研究者	周 明 (Zhou Ming) (00321993)	秋田大学・医学系研究科・助教 (11401)	

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			
	スペイン	Complutense University		
韓国	Jeonbuk National University	Wonkwang University	Chonbuk National University	他3機関
中国	Jiangnan University	Yanbian University	Baishan Central Hospital	
ドイツ	Georg-August University			