

日本解剖学会

第83回中部支部学術集会

会 期：令和5年10月7日（土）、8日（日）
会 場：愛知医科大学

01 肩関節周囲の軟部組織変形を考慮した筋骨格力学シミュレータの開発

○横田紘季¹、安井正佐也²、大塚俊³、畑山直之³、内藤宗和³

¹名城大学 理工学部 機械工学科

²常葉大学 健康プロデュース学部 健康柔道整復学科

³愛知医科大学 医学部 解剖学講座

人体の運動器の中でも、特に肩関節は自由度が高く、極めて複雑かつ不安定な運動機構を有している。肩関節周囲の軟部組織を含めた運動機構の力学的理解は、機械刺激により引き起こされる肩関節周囲炎などの疾患機序解明に繋がるため、医療福祉分野において特に重要視されている。本研究では、運動方程式によって記述される順動力学演算を基盤とし、骨形状を模倣した剛体モデルと、筋や靱帯、関節包などの軟部組織形状を模倣した軟体モデルを複合することにより、動的な解析を可能としながら、隣接構造物との接触や軟部組織の変形挙動も再現できる新たな肩関節筋骨格シミュレータの開発を目的とする。解剖実習体を用いて骨形状のCTスキャンを行い、鎖骨、肩甲骨、上腕骨を表す3次元剛体モデルを構築した。また、筋や関節包などの軟部組織は、ばね・ダンパ・質点系で定義し、解剖学的な付着位置を考慮して骨モデルと結合した。解剖実習体の筋から羽状角等のパラメータを計測し、それらをモデルに適用することで、収縮特性を再現したモデルを構築した。構築したモデルを用いて順動力学演算を行い、筋収縮による軟部組織変形の再現や、肩関節運動に伴う関節包のひずみ分布の可視化を行った。さらに、肩関節運動時の肩峰骨頭間距離を測定することで、実際のインピンジメント症候群を想定した解析を行った。一例として特定筋が機能不全を起こした際の関節運動挙動を再現し、骨頭中心の移動量を評価すること、提案システムの有効性を検証した。

02 ヒト精巣輸出管・上体管の三次元構造

○仲田浩規^{1,2}、井関尚一¹、溝上敦²

¹公立小松大学保健医療学部臨床工学科

²金沢大学大学院医薬保健学総合研究科泌尿器集学的治療学

【目的】ヒト精巣輸出管と精巣上体管の詳細な三次元構造を明らかにする。
【方法】前立腺癌患者3名から得られた試料を用いた。深層学習によるセグメンテーションと高性能三次元再構築ソフトウェアを用いて、連続パラフィン切片からヒト精巣輸出管と精巣上体頭部の三次元再構築を行なった。
【結果と考察】連続切片と三次元画像を組み合わせることで、ヒト精巣輸出管と精巣上体管の詳細な解剖学的情報を得ることができた。精巣外精巣網と精巣上体管の両方に接続する管を1本の精巣輸出管と定義すると、平均14.7本であり、その全長は3.0 mであった。頭部側の精巣輸出管は1本に合流して精巣上体管に結合していたが、残りの精巣輸出管は個々に精巣上体管に結合していた。上記の結合パターンの違いにより上皮のスイッチパターンも異なっていた。精巣上体は結合組織性中隔の有無にかかわらず、構造的にセグメント化されていた。
【結論】深層学習を用いることで、ヒト精巣輸出管と精巣上体管の再構築が可能になり、その正確な三次元構造を明らかにしたが、齧歯類とはいくつかの点で異なっていることが明らかになった。本研究成果は男性不妊症に関連する解剖学的異常の解析に有用であると考えられた。

03 組織透明化を用いた脊髄損傷後の血管新生の解析

○若山勇紀¹、Dinh Thi Phuong Hoai¹、佐藤康二¹、山岸寛²

¹浜松医科大学医学部器官組織解剖学

²浜松医科大学医学部光神経解剖学

【目的】脊髄損傷は神経の麻痺を来した後遺症が残るにも関わらず、有用な治療法が確立されていない。神経と血管は多くの部分で並走しており、血管には神経の保護作用があることから、我々は脊髄損傷後の血管リモデリングが運動機能の回復に重要であると仮説を立てた。本研究ではまず脊髄損傷後の血管リモデリングを可視化し、その重要性を明らかにすることを目的とした。
【方法】血管を可視化するためにVEGFR1-DsRed（動静脈）、VEGFR3-Venus（静脈・リンパ管）のトランスジェニックマウスを用いた。脊髄損傷後に固定し、CUBIC-Rを用いて脊髄を透明化することで、脊髄損傷後の急性期から慢性期の血管の構造を立体的に解析した。
【結果と考察】本研究では組織透明化法を用いることで正常状態と脊髄損傷後のマウスの脊髄の血管を可視化することができた。脊髄損傷直後にグリア瘢痕周囲、軟膜静脈叢、前中心溝動静脈などで管腔径の拡張・血管新生が起こっていることを見出した。また、損傷後7日後の背側の軟膜静脈叢付近の損傷部実質内において、VEGFR1(-)、VEGFR3(+)の管腔が観察された。これは周囲の血管に比して管腔径が太く盲端構造となっていることから、リンパ管の特徴を呈している。これまで脊髄にはリンパ管がないと考えられていたが、この結果から脊髄損傷後にリンパ管様構造が形成されていることが示唆された。
【結論】マウスの脊髄損傷後に血管新生が起こっていることを可視化できた。また、リンパ管新生が起こっていることが示唆された。今後、各種VEGFや阻害剤などを投与することと血管新生、リンパ管新生を制御するメカニズムについて解析を行う。さらに、脊髄損傷後の運動機能の回復に血管新生、リンパ管新生が重要か検討する。

04 リンパ管のリモデリングによる脳病態制御

○小西博之、木山博資

名古屋大学大学院医学系研究科 機能組織学

【目的】リンパ管は脳内に存在しないことが古くから知られているが、脳を包む硬膜には存在し、健常時に脳脊髄液を排出する吸引管として働くことが近年発見された。硬膜内リンパ管の形状や機能は脳損傷時に変化する可能性が考えられるため、脳梗塞モデルマウスを用い検討を行った。
【方法】硬膜を傷付けことなく脳を損傷させる実験モデルとして、総頸動脈から塞栓糸を挿入し中大脳動脈を一過性に閉塞させるtransient middle cerebral artery occlusionモデルを用いた。脳虚血後、経時的に頭部を採取し、組織学的解析を行った。
【結果と考察】まず脳虚血後の硬膜の変化を調べた。虚血1週以降に硬膜が顕著に肥厚すること、さらに2週以降では肥厚した硬膜が梗塞巣と癒着することを見出した。次にリンパ管を観察した結果、硬膜内リンパ管が癒着部を足場として梗塞巣へ侵入し、梗塞巣内でリンパ管網を形成することを見出した。術側では、硬膜内リンパ管が接続する深頸リンパ節において神経細胞の残骸が見られたことから、梗塞巣内に形成されたリンパ管網は、梗塞巣に蓄積した死細胞残骸を脳外へ排出する吸引管として働くことが示唆された。

05 発生期大脳の力学特性を担う新たな分子機構 -脳室面近傍の Elastin タンパクが重要な役割をはたしている？

○篠田 友靖¹、長坂 新²、宮田 卓樹¹

1. 名古屋大学大学院医学系研究科 細胞生物学分野、2. 明海大学歯学部 形態機能成育学講座

発生期の脳では、神経系前駆細胞たちが脳室面側を apical、脳膜面側を basal とする上皮構造を形作っている。脳室面のごく近傍の領域（脳室面から約 10 μm 程度）の「伸縮性」は、神経系前駆細胞の核運動に極めて重要な役割を果たしていることがすでに判っている。しかしながら、この伸縮性を担うメカニズムと、この伸縮性の意義についてはまだ解明されていない点が多い。我々は、Elastin というタンパクがこの伸縮性に深く関与することを見出した。Elastin は発生期大脳の脳室面近傍域の細胞間隙、および脳室面の表面に発現が認められた。Elastin を分解する酵素である Elastase を用いて大脳原基の Elastin を取り除いた結果、脳室面の収縮性が低下し、脳室面近傍域に存在する神経系前駆細胞核の密度が上昇した。原子間力顕微鏡を用いた計測の結果、Elastase 処理を行った脳は、脳室面の弾性率が低下していることが明らかになった。これらの結果は、Elastin が伸縮性を含む脳の物性に深く関与し、脳室面近傍での神経系前駆細胞の核運動に重要な役割を果たしていることを示している。一方、ELN(Elastin をコードする遺伝子)のノックアウトマウスを作製し胎仔脳の形態を調べたところ、予想に反し、野生型マウス脳と比較して明確な差異が認められなかった。このことから、実は Elastase が Elastin ではない他のタンパクを分解した結果、脳の力学特性が変化したのではないかと現在は考えている。

06

PLC ϵ はLPAによる一次線毛退縮を促進する○稲葉弘哲^{1,2}、中田隆夫²、後藤英仁¹¹三重大学大学院医学系研究科組織学細胞生物学 ²東京医科歯科大学大学院歯学総合研究科細胞生物学

一次線毛は、ほぼ全ての細胞で細胞周期静止期（G0期）に形成される微小管を骨格とした、アンテナ様の構造物で、細胞外からの物理的・化学的刺激を受容し、細胞の増殖・分化・極性などを制御している。G0期の細胞が増殖シグナルを受容し、細胞周期に再進入する際に一次線毛が退縮することは、正常な細胞周期進行に必須であると考えられている。しかし、その詳細な分子機序は明らかになっていない。

今回我々は、受容体直下で細胞内カルシウムシグナルの活性化に関与するPhospholipase C (PLC)の一次線毛退縮への関与について検討した。ヒト網膜色素上皮細胞(hTERT-RPE1 細胞)で13種のPLCアイソフォームについてsiRNAスクリーニングを実施し、PLC ϵ をノックダウン(KD)すると、血清添加による増殖刺激での一次線毛退縮が阻害されることを見出した。PLC ϵ のKDではLPAによる一次線毛退縮も阻害された。PiggyBACシステムを用いてTet-On 3 $\times$ FLAG-PLC ϵ RPE1細胞を樹立し、doxocyclinで3 $\times$ FLAG-PLC ϵ を強制発現すると一次線毛退縮の表現型は部分的に回復した。さらに、Ca²⁺指示薬を用いLPA刺激後の細胞内Ca²⁺動態を経時的に観察したところ、PLC ϵ をKDにより持続的なCa²⁺オシレーションがみられなくなった。AuroraAは細胞内カルシウムシグナルにより活性化されることが知られており、以上の結果からLPA刺激によりPLC ϵ が活性化し、細胞内Ca²⁺濃度を持続的に上昇させることで、一次線毛退縮を促進することが示唆された。

07

CD38 遺伝子欠損による海馬神経新生への影響の解析

○坂上 晶章、服部 剛志、堀 修

金沢大学医薬保健研究域 医学系 神経解剖学

【目的】CD38はNAD⁺からcADPRを合成する膜タンパク質である。CD38は、視床下部オキシトシン神経においてオキシトシンホルモンの分泌を促進するため社会性行動に影響を与える(Jin et al., Nature, 2007)。また、CD38は発達期のアストロサイトにも強く発現し、アストロサイト自身の発達のみならず、オリゴデンドロサイト、神経回路形成を制御し、社会性行動の中でも特に社会性記憶に影響を与える(Hattori et al., EMBO J, 2023)。CD38遺伝子欠損マウスは、学習記憶障害を示すが、海馬における神経細胞異常についてはこれまで解析されてこなかった。本研究では、CD38の海馬神経細胞における役割を明らかにするため、CD38遺伝子欠損マウスにおける海馬神経新生の解析を行った。

【方法】野生型及びCD38遺伝子欠損マウスにBrdU (50mg/kg)を3回3時間ごとに腹腔内投与を行い、72時間後に脳を還流固定し、BrdU及び神経系細胞マーカー(NeuN, Nestin)、グリア細胞マーカー(GFAP, Iba1)を用いた免疫染色を行った。BrdU陽性細胞数を解析することにより、CD38欠損の海馬神経新生に与える影響を評価した。また、qRT-PCRにより海馬神経新生関連遺伝子の発現の解析も行った。

【結果と考察】CD38遺伝子欠損マウスにおいては、BrdU陽性新生細胞数の減少、GFAP陽性のアストロサイト数の減少が認められた。またqRT-PCRの結果、BDNF mRNAの発現減少も認められた。

【結論】CD38は海馬神経新生を促進する役割を持つ可能性を見出した。

08

ビタミンA欠乏モデルマウスにおける精子形成障害と回復の三次元解析

○川尻彩夏、仲田浩規

公立小松大学保健医療学部臨床工学科

【目的】食物より摂取したビタミンAは代謝されて、レチノイン酸になる。精子を作るためにはレチノイン酸が必須で、ビタミンAが欠乏したマウスの精巣では精子が作られない。本研究では、ビタミンAを欠乏させたマウスに、ビタミンAを与えることで精子形成を回復させ、精巣内の障害と回復の偏りを三次元で解析することを目的とした。

【方法】ビタミンA欠乏食を12週間与えたマウス(欠乏群)と、その後15週間通常食を与えたマウス(回復群)を作製した。通常食を12週間与えたマウス(コントロール群)をコントロールとした。各群3匹のマウス精巣の連続切片を作製し、PAS染色後、三次元再構築ソフトを用いて精細管の三次元再構築を行なった。精子形成障害の程度で、再構築した精細管を3段階に分類し、解析を行った。

【結果と考察】ビタミンAが欠乏しても精巣の基本構造は変わらなかったが、精巣体積と精細管の全長が有意に減少した。また、精子形成の回復時、「精巣網との結合部位」と「ヘアピンカーブ」で障害が残りがやすかった。さらに、障害は空間的にかたまって存在することが明らかになった。

【結論】ビタミンAを欠乏させたマウスにおいて、精子形成が回復しにくい部位が存在した。

09

Chemogenetic inhibition of posterior Insular Cortex Alleviates Mechanical Hypersensitivity

○POTAPENKO Ilia, ISHIKAWA Tatsuya, HORI Kiyomi, OKUDA Hiroaki, OZAKI Noriyuki

Kanazawa University, Department of Functional Anatomy

【目的】The central mechanisms of pain are very important for understanding pain pathophysiology. The insular cortex perceives information about physiological body states and regulates emotions and cognition. The insular cortex is divided into anterior and posterior parts that have different connectivity and functionality. Here, we investigated the role of the posterior insula cortex (pIC) in the regulation of evoked acute pain.

【方法】We used adult male mice (C57BL/6J, postnatal 8 weeks). The adeno associated virus encoding designed receptors exclusively activated by designed drugs (Gi-DREADD) was stereotactically delivered into the bilateral pIC. Four weeks after viral injection, the basal mechanical sensitivity of these mice was tested by von Frey filaments test. Then clozapine-N-oxide (CNO; DREADD ligand) was injected intraperitoneally followed by von Frey filament test. After that, AITC (1% in corn oil) was injected subcutaneously into the plantar surface of the right hindpaw. The mechanical sensitivity was further measured 30 minutes, 4 hours, and 24 hours after AITC injection.

【結果と考察】Subcutaneous injection of AITC into the hindpaw causes severe hypersensitivity in control mice. In turn, chemogenetic inhibition of pIC neurons alleviates AITC-induced hypersensitivity without affecting basal mechanical sensitivity.

【結論】Posterior insula cortex plays an important role for regulation of evoked acute pain.

10

解剖実習で観察された内臓逆位の一例について

森内理子¹ 大塚俊² 畑山直之² 安藤博彦³ 小泉憲司² 内藤宗和²¹愛知医大・医学部、²愛知医大・医・解剖学講座、³愛知医大・医・循環器内科

【背景と方法】令和5年度愛知医科大学解剖実習で、93歳の日本人男性解剖体(死因:老衰)において、内臓逆位を認めた。内臓を原位置で観察後、各臓器を剖出した。

【結果】脳や胸腹部の臓器、尿管は基本的に鏡像を呈していた。一方で、右肺の上葉には副切痕と呼ばれる不完全な水平裂がみられ、3葉の様相を呈していた。腹部内臓には位置異常があり、小腸は腹腔内の左側、大腸は小腸の右側に位置していた。上行結腸や左結腸曲は腰椎の左側に位置していた。回盲部は左鼠径部にあり、虫垂は盲腸の左外側を向いていた。また、総肝動脈は腹腔動脈ではなく、上腸間膜動脈から起始していた。奇静脈は右側に偏位しており、左側に位置する上大静脈に流入していた。脾臓は、副脾が3つの多脾であり、全てが右側に位置していた。心臓では、外景が鏡像であることに加えて、2本が同じ太さの血管からなる冠状動脈前下行枝の重複が確認された。重複する2本の前下行枝は、それぞれ左冠状動脈と、非常に発達した右冠状動脈から分岐し、肺動脈幹を囲むようにして心尖部まで走行していた。

【考察】内臓逆位では、臓器の位置異常と形態異常を合併することが多い。本例においても、肺や腹部内臓などに、内臓逆位と合併した変異が確認された。一方で、心臓では、正常な場合でも非常に稀である、冠状動脈前下行枝の重複がみられた。重複前下行枝では、左冠状動脈から2本の前下行枝が分岐することが多いが、今回観察された2本の血管は、それぞれ右冠状動脈と左冠状動脈から分岐しており、内臓逆位を伴うこのような所見は前例がないので報告する。

11

前脛骨筋の性差について

○木全健太郎^{1,2)}、大塚俊¹⁾、横田絃季³⁾、单西瑠¹⁾、畑山直之¹⁾、内藤宗和¹⁾

1) 愛知医科大学医学部解剖学講座、2) 中和医療専門学校柔道整復科、3) 名城大学理工学部機械工学科

【目的】前脛骨筋は足関節の背屈に関与し、歩行運動において重要な役割を持つ。前脛骨筋の形態については、筋線維の走行や停止腱の報告は散見されるが、起始部を詳細に調査したものは見当たらない。本研究では、前脛骨筋の起始部を明らかにし、性差について検討することを目的とした。

【方法】解剖実習体の20体40側を対象とした。下腿骨を剥皮した後、前脛骨筋以外の軟部組織を丁寧に除去し、前脛骨筋の起始部を脛骨前縁の形態とともに観察した。

【結果と考察】前脛骨筋は、筋腹内にみられる腱膜との位置関係から前方線維と後方線維に区分された。前方線維の脛骨起始部には有意な性差がみられ、男性が女性より遠位まで付着していた($p < 0.01$)。脛骨前縁には前顔面において近位で内側凸、遠位で外側凸の緩やかなS字弯曲がみられた。遠位弯曲の頂点は、女性が男性より有意に近位であった($p = 0.02$)。前脛骨筋の全長に対して筋腹の割合が大きくなる男性では、筋出力発揮で有利な反面、筋区画の内圧を亢進させやすいと推測された。脛骨前縁の遠位弯曲は、前脛骨筋の作用方向を決定する滑車の役割を持つと考えられる。遠位弯曲が近位にあることで前脛骨筋の作用方向は垂直に近づき、女性の足関節は効率的な背屈運動が可能になると考えられた。

【結論】前脛骨筋の起始部と脛骨前縁の形態には性差があり、歩行を中心とした運動機能や慢性コンパートメント症候群など下腿における障害の発生頻度に影響を与える可能性が示唆された。

12 腓骨反回枝の recurrent position と innervation pattern

○水野 大輔、梅本 佳納榮、福重 香、内藤 宗和
愛知医科大学医学部解剖学講座

【目的】腓骨反回枝は、総腓骨神経もしくは深腓骨神経から分岐し膝蓋骨下部に分布する。しかし、解剖学の成書では、神経の走行を反転する位置(recurrent position)や分布領域(innervation pattern)が、統一されていない。近年、腓骨反回枝の障害は、難治性の膝部痛を生じると報告されている。そこで、腓骨反回枝のrecurrent positionとinnervation patternを調査した。

【方法】愛知医科大学に供されたご遺体34体において腓骨反回枝のrecurrent positionとinnervation patternを調査した。膝部に変形を認めるものは除外し、50例(男性25例、女性25例)を対象とした。

【結果と考察】腓骨反回枝の recurrent position は、腓骨の頂点から遠位 27.9 ± 3.6 mm であった。Innervation pattern は、膝蓋腱のみが 5 例(10%)、膝蓋下脂肪体のみが 13 例(26%)、膝蓋腱と膝蓋下脂肪体の両方が 20 例(40%)に分布し、膝蓋腱と膝蓋下脂肪体のどちらにも分布しなかったのが 12 例(24%)であった。Recurrent position と innervation pattern に性差は認められなかった。腓骨反回枝の recurrent position は、全ての症例が腓骨の頂点から約 28mm にあり、膝に向かって反転していた。そして、腓骨反回枝の 76%が、男女共に膝蓋骨下部に分布していた。そのため、腓骨反回枝の障害は、膝の下部に高い頻度で痛みやシビレを生じる可能性がある。

【結論】これらの結果が、膝の手術時に腓骨反回枝の損傷を防ぐことや難治性の膝部痛の診断に役立つと考えられる。

13 マイクロミニピッグの脳神経構造の発達と老化についての解剖学的研究

高垣 堅太郎^{1,2}、易 勤³、篠原 良章¹

1. 山梨大学医学部解剖学講座システム生物学教室、2. Leibniz Institut für Neurobiologie、3. 東京都立大学人間健康科学研究科

「脳神経系の老化とはどういう生物現象か？」脳の機能発達や記憶の形成については研究が進んでおり、ノーベル賞を授与された研究も多い。一方で脳機能の老化や記憶の忘却について、さらには老化への胎内・小児期環境の影響についても、生物学的な解明は進んでいない。高齢化社会を迎え脳の健康寿命を延長するためには、**ライフスパンの基礎生物学的解明**が欠かせず、その礎となるのは**標準化された中大動物モデルの系統発達解剖学**であると考えられる。

そこで本研究では、標準条件下で飼育された実験ブタの発達解剖アトラスを、脳神経系と機能解剖学に焦点をあてて作成することを目的とする。その発達解剖アトラスから分かった脳神経の発達増体(neuroauxology)に照らして、同様の標準条件下で飼育された老化実験ブタ・超老化実験ブタの脳神経を機能解剖学的に研究し、「**脳神経系の老化とはどういう生物現象か?**」という問いに答える。

本発表では、研究のコンセプトと、実験医学的な背景、予備データ、そして研究目標を実現するための医農工連携体制などについて説明する。

14 新生仔ラット脳におけるアデノ随伴ウイルスによる過剰発現系の構築

○大河原剛、江藤みちる、成田正明
三重大学大学院医学系研究科発生再生医学

【目的】アデノ随伴ウイルス(AAV)は、細胞傷害性および免疫原性がほとんどなく、新生仔の齧歯類では血液脳関門が未熟なため、AAVの静脈投与により脳内で外来遺伝子の発現が可能である。新生仔ラットの延髄で目的の因子の機能解析を行うため、AAVを用いた過剰発現系の構築を試みた。またAAVは、Capの配列により100以上の血清型(セロタイプ)が存在し、細胞選択性があることから、セロタイプの検討も行った。

【方法】生後0日目のWistarラットの側頭静脈に、インスリンリンジを用いて、 1×10^{11} virus genome (VG)のEGFPを発現する各セロタイプのAAV(1, 6, 9, rh10)のインジェクションを行い、生後12日目に延髄のスライスを作成し、蛍光顕微鏡による観察とQPCRによるEGFP発現量の測定を行った。さらに、脳の凍結切片を作成し、免疫染色により、外来遺伝子が導入された細胞種の同定を行った。

【結果と考察】AAV1およびAAV6をインジェクションした個体の延髄で強い蛍光が確認された。また、QPCRにより、延髄におけるEGFPの発現量を測定した結果、最も発現量が低かったAAVrh10を導入した個体の発現量を1とした際の相対発現量は、AAV1が52.0倍、AAV6が28.4倍、AAV9が2.3倍であった。AAV1を導入した個体の延髄では、EGFPの蛍光は神経細胞様の形態をした細胞で多く見られた。その為、神経細胞のマーカーであるTuJ1抗体を用いて免疫染色を行ったが、発達が未熟な時期のため、TuJ1抗体で染色された細胞が見られなかった。これらのことから、新生仔ラットの延髄での外来遺伝子の過剰発現にはAAV1が適している。

15 Three-Dimensional Analysis for Endoplasmic Reticulum and Contact Sites with Plasma Membrane in Injured Motor Neurons

○Mahmoud Elgendy^{1,3}, Hiromi TAMADA^{1,2}, Takaya TAIRA¹, Yuma IIO¹, Akinobu KAWAMURA¹, Ayusa KUNOGI¹, Yuka MIZUTANI¹, Hiroshi KIYAMA¹

¹Functional Anatomy and Neuroscience, Nagoya University Graduate School of Medicine, ²Anatomy, Graduate School of Medicines, University of Fukui, ³Department of Anatomy and Embryology, Faculty of veterinary medicine, Damanhour University

【Purpose】ER shape changes important to maintain cellular homeostasis and recovery post neuron injury. For studying changes in soma, 3D ultrastructural analysis with focused ion beam/scanning electron microscopy FIB/SEM can explore soma tiny and complicated design.

【Methods】FIB/SEM and immunohistochemistry (IHC) were performed in the soma of injured motor neuron, using the hypoglossal nerve transection as a regenerative injury models.

【Results and discussion】Using FIB/SEM, ER in healthy motor neurons were identified as lamella-like structures with abundant at perinucleus. Conversely, ER volume analysis in injured model revealed collapse of ER lamella-like structure and alternation into mesh-like structure with distributing throughout the cytoplasm, especially near the plasma membrane (PM). Furthermore, occupation of ER tubules close to PM accompanied by an increase in ER and PM contact sites (ER-PM contacts). IHC of injured motor neuron showed Extended synaptotagmin 1 (E-Syt1), a tethering protein of ER-PM contacts, accumulated along the PM.

【Conclusion】After axotomy, ER morphological changes and increase ER-PM contacts could be considered as pivotal events in a resilient response for the neuron survival.

16 大脳皮質一次体性感覚野の痛み刺激に応答する神経細胞の役割

○石川達也、Potapenko Ilia、堀紀代美、奥田洋明、尾崎紀之
金沢大学 医薬保健研究域 医学系 機能解剖学

【目的】これまで大脳皮質一次体性感覚野(S1)は痛覚認知に関わり、前帯状回や扁桃体等が痛みに伴う情動の変化に関わるとされてきた。しかし、S1での痛覚認知が直接痛みに伴う不安症状等情動に関わっているか検討が不十分である。更に、S1は痛み以外に痒み等の侵害刺激も認知しており、S1が痛みに伴う不安障害に関わっているか検討するには、痛み刺激に応答するS1の神経細胞のみの活動を制御し、情動への影響を調べる必要がある。したがって、本研究では痛み刺激に応答するS1の神経細胞の活動を人為的に制御し、S1の痛覚認知に伴う情動の変化に対する役割を検討した。

【方法】痛み刺激に応答するS1の神経細胞の機能を明らかにするため、Targeted-Recombination-in-Active-Populations (TRAP) システムと化学遺伝学的手法(DREADDシステム)を利用した。マウスの左脳S1に神経活動依存的にCre組換え酵素を発現するアデノ随伴ウイルス(AAV)と、Cre組換え酵素依存的にデザイナー受容体(hm3Dq)を神経細胞に発現するAAVのカクテルを投与した。AAV投与4週間後に、このマウスに一時的な疼痛を経験させることで、痛み刺激に応答するS1の神経細胞にDREADDシステムを構築した。その後、同システムにより痛み刺激に応答するS1の神経細胞の活動を活性化させ、当該神経細胞の役割を行動薬理的に検討した。

【結果と考察】痛み刺激に応答したS1の神経細胞の活性化により痛覚過敏と不安様行動が誘発された。本研究結果から、痛みに関わるS1の神経細胞は痛覚認知だけでなく不安症状など、情動の変化にも関わっている事が示唆された。

17 酸感受性イオンチャネル3 (ASIC3) の痒み行動への関与

○柴田泰宏、熊本奈都子、植田高史、鶴川眞也
名古屋市立大学大学院医学研究科 機能組織学分野

【目的】痒みの発生機序として、Intensity Theory、Labeled Line Theory が提唱されている。我々は、痛覚ジェネレーターであるASIC3 (acid-sensing ion channel 3) の痒みへの関与を調べることで、それらの仮説の検証を試みた。

【方法】①マウス痒み誘発試験:野生型およびASIC3 ノックアウトマウスの項部または頬部を剃毛し、クエン酸を塗布することで搔爬行動を誘発しカウントした。

②免疫染色:ASIC3 のC末端にEGFPをノックインしたマウスを使用し、三叉神経節(TG)および後根神経節(DRG)を対象として抗EGFP抗体を用いてASIC3陽性細胞を標識した。痒み神経のマーカーとしてPlexin C1とP2X3を用いた。

【結果】①マウス痒み誘発試験:クエン酸を頬に塗布した場合、野生型マウスは塗布後15分間に12回程度局所を搔爬した。一方、ASIC3 ノックアウトマウスは4回程度であり、有意に減少していた。項部に塗布した場合も、搔爬回数はノックアウトマウスで有意に減少していた。②免疫染色:全TG、DRGニューロンの、それぞれ約14、34%がPLXNC1/P2X3二重陽性であった。その中に、ASIC3陽性細胞は含まれていなかった。

【考察】ASIC3がクエン酸による痒み行動に関与しているにもかかわらず、既存の痒み神経マーカーとASIC3の共存は確認できなかった。ASIC3は痛覚神経に発現することが知られており、今回の結果はIntensity Theoryを支持するものであった。

18 解剖セミナーにおける多職種連携の学習効果

○篠田かおる¹⁾、大塚俊²⁾、梅本佳納榮²⁾、福重香²⁾、黒澤昌洋¹⁾、内藤宗和²⁾
 1) 愛知医科大学看護学部 2) 愛知医科大学医学部

【目的】現在では多職種連携教育（IPE）が各所で行われている。我々は以前より、医学生、看護学生、NP（診療看護師）学生がともに学ぶ解剖セミナーを開催している。本研究では、解剖セミナーにおけるIPEの学習効果を明らかにすることを目的とした。

【方法】2021年・2022年に各5日間（参加日数任意）のセミナーを開催した。同じテーマを持つ所属の違う参加者を組み合わせ、3～5名のチームにより、1体の献体の解剖を行った。参加した医学生29名、看護部生20名、NP学生12名を対象とし、セミナー前後で質問紙調査を行い統計学的分析と学びについて質的に分析を行った。

【結果と考察】セミナー前後でのRIPLS（Readiness for Interprofessional Learning Scale）得点は、全体では有意に上昇し、所属別では医学生と看護学生では有意に上昇したが、NP学生では有意な変化はなかった。IPEの学びが得られたと86%が回答した。協働して解剖することがチームワークを構築し、他職種の視点を学び自分の専門性を考えることに繋がったといえる。自由記述の質的分析から、各々の特徴が明らかとなり、医学生のみ「他者に教える機会」が抽出された。医学生が人体構造の知識を看護学生とNP学生に伝える場面もあり、医学生は臨床の実際を教わるだけでなく、自ら教えるという専門性を自覚する機会にもなっていたといえる。3者に共通して「他者から学ぶ機会」が抽出され、セミナーでのIPEが有効であることが示唆された。

【結論】医学生、看護学生、NP 学生が行う解剖セミナーは、医学生と看護部生に多職種連携の学習効果をもたらすことが明らかとなった。

19 岐阜大学解剖学教室所蔵の 532 枚の人体解剖掛図をめぐる

○千田隆夫¹⁾、小村一也¹⁾、川窪伸光²⁾

- 1 岐阜大学大学院医学系研究科解剖学分野
- 2 岐阜大学応用生物科学部多様性保全学研究室

2011 年に岐阜大学に赴任した私は、解剖実習室の隣の倉庫で大量の解剖掛図を発見し、驚いた。1枚1枚がとても精緻に描かれていて保存状態も非常に良いので、きちんと整理して保管したい。しかし、既に実用性を失い、過去の遺産となった大量の解剖掛図の運命は、このまま放置かあるいは捨てるかだな、と思った。

転機が訪れたのは2019年。この年に岐阜大学は創立70周年を迎えた。記念事業の一つとして、中央図書館の2階に「アーカイブ・コア」が整備された。各学部から古文書や古い実験器具、生物標本などが提出されたが、医学部から人体解剖掛図532点が運び込まれた。その中の数点がアーカイブ・コアの入り口横に展示されることになった。以来、訪れる見学者から、解剖掛図に対する賞賛の声が次々とあがった。

十数年の眠りから覚め、解剖掛図はふたたび陽の目をみることになった。2021年3月27日の岐阜シンポジウム「人体解剖掛図の世界」と2022年10月～2023年5月の「岐阜大・名古屋大博物館コラボ展」での講演と展示。多くの方々解剖掛図の世界に酔いしれた。教材としての価値はなくなったが、人体解剖掛図はサイエンスアートとして新たな光を放ちだした。

発表では、岐阜大学解剖学教室所蔵の人体解剖掛図がどのようないきさつで、誰によって描かれ、どのように使用され、どのように保管されてきたか、そしてこの文化的遺産を今後活用する道はあるのかについて述べた。

D1 「手術手技に対応する防腐処置の現状」－愛知医科大学－

○有村和人・國田佳子・丸山洋平
 愛知医科大解剖学講座

【現状について】

愛知医科大学は以前より脳神経外科の手術手技研修が行われていた。解剖体は学生実習と同じ防腐処置法である。昨年チール法防腐液費用を負担して耳鼻咽喉科の手術手技研修が実施された。他科からの要望もガイドライン遵守や費用負担等の問題が解決すれば今後増える見込である。

年間の限られた献体を学生実習用防腐処置で確保しながら手術手技研修のためにチール法防腐処置した解剖体を増やせるか。また、解剖実習室が学生実習と共用になっているため実習室使用について管理の課題もある。

【技術討論会について】

発表3名のほか、藤田医科大学・竹内洋平氏、浜松医科大学・相羽民人氏、山梨医科大学・平田潤氏、岐阜大学・棚橋菜菜美氏、元名古屋大学・伊東多加志氏、本学・共同発表者がパネリストとして参加、各大学の状況を追加で発表した。

各発表について意見や質問・回答があり活発な討論となった。

また、会場の参加者からの教授もあった。

今後の交流を深める可能性が見えた技術討論会になった。

D2 藤田医科大学における手術手技に対応する防腐処置に関して

○柳澤一裕
 藤田医科大学医学部解剖学 I

【現状について】

本学における手術手技研修は昨今盛んに行われている。主にロボット支援手技であるが、それ以外にも多くの外科系領域に関わる臨床科が日々トレーニングを行っている。日々のトレーニングにおいて使用されているご献体の状態については、本学のカタバーサージカルトレーニング施設よりフィードバックして頂き、その都度試行錯誤を繰り返しながらご献体の状態をよりトレーニングに適した固定状態にするために改善してきたので、今回は、防腐固定処置を中心にご紹介させて頂きたいと思います。

D3 「浜松医科大における CST および覚醒解剖実習に対応する防腐処置と最近の献体数の推移」

佐々木健、相羽民人、佐藤智仁、瀬藤光利、佐藤康二
 浜松医科大学

【目的】浜松医科大学では従来の学生解剖実習に加え、臨床医を対象とした CST を行っている。ここでは、本学の学生解剖実習と CST の処置について述べ、さらに最近の急激な引取り数（検体数）の減少についても、その対処法と合わせて報告する。

【方法・結果・考察】学生解剖実習用の防腐処置は従来の 10%ホルマリン(3.7%ホルムアルデヒド：FA 相当)を用いた重力注入法である。一方、CST 用は Thiel 固定液とエタノール、FA を組み合わせたポンプ注入法である。どちらも現在良好な固定状態であり、CST 用に関しては、相羽らが脳の良好な固定法を検討中である(結果非公表)。また、学生解剖と CST のご遺体の年間の使用見込み数(目標数)は、それぞれ約 30 体と 10 体である。しかしながら、近年急激な献体数の減少と、献体登録者数の伸び悩みが見受けられ、今後のご遺体の供給数に不安を感じるようになった。このため、様々な対応策を検討した結果、本学は地元新聞社の協力を得て、献体の重要性や学生解剖・CST の意義、さらに献体数の減少に関する取材記事を公表予定である。その効果は、まだこれからのことではある。いずれにしても、このような方法をはじめとし、何らかの方策で、献体登録者数の増加に取り組む必要がある。

【結論】本学では、現状の FA 法や Thiel 法により学生解剖実習や CST に利用するご遺体の固定は比較的良好である。一方で、CST 用の脳の固定法等、より良い固定法を探ることも重要である。さらに、充実した解剖実習や CST を行うためには、安定した献体数が必要不可欠であり、検体数維持についての多角的な方策も必要がある。