

オランウータン (*Pongo pygmaeus*) 頭頸部

および上下肢の形態学的研究

2006

加世多 美怜

博士論文

オランウータン (*Pongo pygmaeus*) 頭頸部
および上下肢の形態学的研究

麻布大学大学院獣医学研究科獣医学専攻

加世多美怜

(指導：浅利昌男 解剖学第一研究室教授)

目 次

第一章	序論	1	
第二章	材料および方法	5	
	第一節	材料	
	第二節	方法	
第三章	頭頸部についての肉眼解剖学的検討		
	第一節	緒言	8
	第二節	材料と方法	9
	第三節	結果	10
	第四節	考察	19
	Table		22
	Figures		24
第四章	喉頭嚢についての肉眼解剖学的検討		
	第一節	緒言	40
	第二節	材料と方法	41
	第三節	結果	42
	第四節	考察	44
	Figures		46
第五章	頸部・環椎鎖骨筋についての比較解剖学的検討		
	第一節	緒言	56
	第二節	材料と方法	57
	第三節	結果	58
	第四節	考察	60
	Table		62
	Figures		64

第六章 上肢についての肉眼解剖学的検討

第一節 緒言	70
第二節 材料と方法	70
第三節 結果	71
第四節 考察	82
Table	85
Figures	87

第七章 指背腱膜に関する肉眼解剖学的検討

第一節 緒言	114
第二節 材料と方法	115
第三節 結果	116
第四節 考察	117
Figures	118

第八章 下肢についての肉眼解剖学的検討

第一節 緒言	125
第二節 材料と方法	126
第三節 結果	127
第四節 考察	140
Table	143
Figures	146

第九章 上下肢の血管系に関する形態学的研究

第一節 緒言	169
第二節 材料と方法	170
第三節 結果	171
第四節 考察	174
Figures	177

第十章 副鼻腔の3次元画像解析

第一節 緒言 191
第二節 材料と方法 192
第三節 結果 193
第四節 考察 194
Figures 195

第十一章 総括 205

第十二章 要約 210

参考文献 219

謝辞 227

第一章

序 論

アジアに現存する唯一の大型類人猿、オランウータン (*Pongo pygmaeus*) は、その地理的分布、形態および遺伝学的研究から、現在、ボルネオ島に生息するボルネオ種 (*Pongo pygmaeus pygmaeus*) と、スマトラ島に生息するスマトラ種 (*Pongo pygmaeus abelii*) の2種に分類されている。その生息数は過去20年間で80%も減少し、世界自然保護連合 (IUCN) による“世界の絶滅のおそれのある生物 (レッドデータ・ブック)” では絶滅危惧種とされ、生息する熱帯雨林とともにその保護が叫ばれている。

オランウータンは、大型類人猿としては唯一、ほぼ完全な樹上生活者であり、野生において地上に降りてくることはほとんどなく、高さ20~60mの樹上で生活している。移動の際は、四肢を全て用いることで重い体重を分散させる特有のロコモーション (移動様式) により、体重を利用して用心深くゆっくりと木から木へと渡る。そのため、その手は、把握やぶら下がりに優れ、手首は、同じ大型類人猿であるチンパンジーやゴリラよりも可動性に富んでいる。また、その足は、蹠行性に分類されてはいるものの、やはり、把握やぶら下がりに適応し、手によく似た形態をしている。地上を歩く際は体幹を垂直に立てることはなく、下肢は膝関節が屈曲し外旋した状態で、趾を半握りにしたまま足の外側のみを接地する。特に体重の重い成熟したオスは、手の基節骨部背面を地面につけ、フィスト (こぶし) 歩行を行う。これは、上肢で体重をささえる歩行様式としては、チンパンジーやゴリラが行うナックル (指背) 歩行 (中節骨部背面を地面につける) に比べ、より原始的なものである。一般に、二足歩行は飼育下でしかみられない。

オランウータンの形態に関する研究は古くから行われ、現存の霊長類では唯一、顎二腹筋の前腹が欠如し (Sonntag, 1924; Wall *et al.*, 1994)、大腿骨頭靭帯も欠如している (Sonntag, 1924; Endo *et al.*, 2004) 他、母趾が退化もしくは消失している (Tuttle *et al.*, 1966) といった形態学的特徴が知られている。しかしながら、これまでの報告において、形態学的研究は量的には充実しているものの、その研究対象となる部位は限局的であり、その記載も断片的である。すなわち、オランウータンの解剖所見について記載された文献はいくつかあるが、全身の構造を完全に解説したものは少なく、調べた限りでは、*On the Anatomy, Physiology and Pathology of the Orang-utan.* (Sonntag, 1924) が

存在するのみである。なお、この文献は、若いメスのオランウータン1個体の解剖所見であり、骨格筋についての記載は不十分である。また、Straus (1941a, b) は、オランウータンの前腕伸筋群について詳細に報告しているが、屈筋群に関する報告は認められない。生理学的研究分野においては、フレンジやのど袋の発達といった、オスのオランウータンの性成熟に関わる形態変化（二次性徴）に関連した内分泌学的研究が行われている（Maggioncalda *et al.*, 1999; 2000; 2002）が、大半は血液学的性状等を検討したものである。一方、非常に多くの研究蓄積がある人類学的分野では、1960年代末に生息地での野外研究が始められ、オランウータンの生態や社会生活、社会行動が明らかにされてきていることもあり、行動や食性等に関する報告が多い。

大型類人猿が絶滅の危機に瀕している現在、大型類人猿の検体は大変希少であり、オランウータンの骨格筋、骨格、脈管、神経等に関する詳細な記載が、今後のあらゆる大型類人猿研究、霊長類研究、あるいは人類学研究において、貴重で有用なデータとなるのは疑う余地のないところである。また、オランウータンは現生大型類人猿（オランウータン、ゴリラ、チンパンジー、ボノボ）のうち最初（1500万年前）に分岐したグループの類人猿であり（中務, 2002）、その特徴は、大型類人猿の現代化が起こった背景を分析する上でも重要である。さらにはこの先、望まざるも野生のオランウータンが絶滅し、オランウータンが動物園や保護センターのみに生存する動物となった場合、その健康管理は現在以上に重要となり、そのための詳細な解剖学的情報は必要不可欠となる。また、近年、各動物園が積極的に取り組んでいるエンリッチメントや行動展示に寄与することもできる。

本研究では、オランウータンの形態学的特徴を明らかにするため、蓄積された過去のデータとも照らし合わせながら、筋系、脈管系を中心に肉眼解剖学的に精査し、他の霊長類との比較という観点から比較解剖学的に検討も行った。特に、いまだ検討の余地がある部位の解析より得られた形態学的特徴について明らかにし、それらの特徴が、オランウータンの生態や生息地域といった環境や特有のロコモーションに対する適応によるものであるのか、それとも、霊長類としての系統発生的なものであるのかといった関連性や、その特徴がもつ機能について考察した。

また、上肢、下肢については、血管系に造影剤を注入後、X線で撮影し、動脈を中心にX線解剖学的にも検討を行った。これに加え、コンピューター断層画像法（CT）を用いて頭頸部、上肢、下肢を撮影し、副鼻腔といった肉眼解剖学的手法では精査が困難な部位や血管系を非破壊的に観察し、これを立体再構築することにより3次元的に解析することを試みた。

第二章

材料および方法

第一節 材料

本研究では、仙台の八木山動物園にて死亡したオランウータン（学名：*Pongo pygmaeus* 英名：Orangutan）（オス、メス各1頭：オス - 1972年1月28日生まれ、1990年12月26日間質性心筋炎にて死亡。メス - 1971年8月5日生まれ、1993年1月25日腎不全にて死亡。共に東京都恩賜上野動物園生まれ）および、チンパンジー（学名：*Pan troglodytes* 英名：Chimpanzee）（オス1頭：3～5歳の未成熟個体 京浜鳥獣（株），横浜より入手）のアルコール液浸標本を用いた。

第二節 方法

2頭のオランウータン検体は、入手時、既に動物園において病理解剖が終了し、凍結された状態にあった。自然解凍後、上肢、下肢についてはそれぞれ腋窩部（腋窩動脈）、鼠径部（大腿動脈）より血管造影剤（ウログラフィン）を注入し、X線にて撮影を行った。固定はアルコールを主剤として固定が完了するまで充分に行い、固定終了後、頭部、頸部、上肢、下肢を肉眼解剖学的に観察し、デジタルカメラ（機種名：Canon Power Shot G3）を用いて撮影、記録を行った。また、得られた結果について、他の霊長類を含めた文献データとの比較検討を行った。上肢、下肢については、動脈を中心にX線解剖学的にも検討した。これに加え、コンピューター断層画像法（CT）（装置名：Asteion Super 4 東芝メディカルシステムズ社製）を用いて、1頭（オス検体）の頭頸部、上肢、下肢を撮影し、これを立体再構築することにより3次元的にも解析を行った。

チンパンジー検体は、10%ホルマリンにて固定後、水洗を行い、剖検前後には50%エチルアルコールにて再固定を行った。オランウータンとの比較検討のため、頸部、下肢を肉眼解剖学的に観察し、同じくデジタルカメラを用いて撮影、記録を行った。

第三章

頭頸部についての肉眼解剖学的検討

第一節 緒言

オランウータンのオスの性成熟は、だいたい 12~14 歳くらいから始まり 20 歳くらいで完了するといわれる。オスの二次性徴における形態の変化としては、顔面両側にフランジ（チークパッドとも呼ばれる）が突き出る、のどの皮膚が囊状に垂れ下がり二重顎のようになる、肩や腕の毛が長くなる、頭頂部から後頭部にかけてこぶができる、等があり、これらの特徴は、いずれも自分を実際よりも大きく、強そうに見せ、自分の遊動域の奥深くまで侵入を試みる他のオスと向かい合った際、威嚇のディスプレイをより効果的なものにし、実際に戦うことなく解決するためのものである。また、メスに対して高い生殖能力をアピールする信号としても働いている。成獣のオスはメスの約 2 倍の体重となるが、通常、このような極端な性的二型は地上性と結びついて現れることが多く、樹上性のオランウータンに現れることは興味深い。内田（1996）によると、これはオス間の競争が激しいためではないかといわれている。これらの二次性徴の中でも、フランジは、顔面の風貌を大きく変化させるため、オランウータン独特の特徴として外観的に印象深いものである [Fig. 3-1]。しかし、この両側に巨大に突き出すフランジにより、両側の視野は狭められているようにも思われる [Fig. 3-2]。また、耳はフランジの後方に位置し、耳介は非常に小さい [Fig. 3-3]。

また、咀嚼や発声を行うためには、表情筋、咀嚼筋、舌骨上筋、舌骨下筋等の筋群の多くが関わってくるが、オランウータンは果実、木の葉・芽、若枝、樹皮等、比較的硬い物を食べるため、強靱な顎が必要である。オランウータンの下顎骨正中内側面には、サルのたなと呼ばれる、その部分を強化する骨の支えがある。これは、犬歯と小臼歯によって生じる力を支える補強の役割をもち、顎に加わる力学的な圧力に対する適応のひとつである。加えて、オランウータンは咀嚼、発声時だけでなく、探索行動や物を運ぶ際も口を手のように使用し、感情を表す際にも口を器用に動かすことで顔の表情を巧みに変化させる [Figs. 3-4,5]。このようにオランウータンの口は、実に多くの役割をもっている。

そこで、本章では、外観的に特徴的で、かつコミュニケーションにも深く関わっていると考えられるオスの頭頸部の形態について肉眼解剖学的に観察し、

特に、表情筋、咀嚼筋および舌骨上筋群について詳細に観察することで、オランウータンの咀嚼・発声様式、食性等を含めた生態学的特徴と、筋形態の間に相関がみられるかについて検討した。ただし、舌骨下筋群は動物園での病理解剖の際に既に切断されており、起始を確認することができなかったため、今回は観察対象外とした。

第二節 材料と方法

本章では、オスのオランウータン1頭を用いて、肉眼解剖学的に観察を行った。検体入手時には既に病理解剖が終了しており、そのため、舌骨下筋群等の一部の構造物については観察を十分に行うことが難しい状態であった。

第三節 結果

日本人体解剖学 第一卷（金子丑之助 1970）で用いられている分類に順じて、頭部の筋、頸部の筋についての所見を以下に述べる。

また、以下の所見を Table. 3-1, 2 にまとめた。

頭部の筋 Muscles of the head (*Musculi capitis*) [Table. 3-1]

I : 浅頭筋 (皮筋) cutaneous muscles (*Musculi cutaneus*)

頭蓋表筋 epicranii muscles (*M. epicranii*)

後頭前頭筋

前頭筋 frontalis muscle (*M. venter frontalis*)

[Figs. 3-17~20, 22, 23, 29~31]

【起始】鼻根部、内眼角、眉間の皮膚から起こる。

【附着】帽状腱膜に終わる。

後頭筋 occipitalis muscle (*M. venter occipitalis*) [Figs. 3-6, 8~13, 29]

【起始】後頭骨の上項線および最上項線から起こる。

【附着】帽状腱膜に終わる。

側頭頭頂筋 temporoparietalis muscle (*M. temporoparietalis*)

[Figs. 3-13, 19, 23, 29, 30, 31]

【起始】側頭部：前方より頬骨弓の上縁、下縁および耳介軟骨の内側面上部から起こる。

三角部：最上項線から起こる。

頭頂部：帽状腱膜中央部の側縁から起こる。

【附着】側頭部：前頭頬骨縫合周辺に終わる。

三角部：前頭頬骨縫合周辺に終わる。

頭頂部：耳介軟骨の内側面上部に終わる。

【備考】側頭頭頂筋は浅側頭静脈の枝によって、前部（側頭部）と後部（三角部）の2部に分けられる。また、耳介軟骨の上部に位置するものを頭頂部（上耳介筋に相当する。）と呼ぶ。

鼻根筋 procerus muscle (*M. procerus*) [Figs. 3-17~19, 22, 23, 30]

【起始】鼻根部、鼻背筋膜から起こる。

【付着】前頭（眉間部）の皮膚に終わる。

外耳介筋 extrinsic muscles of the ear (*Mm. auriculae externae*)

後耳介筋 auricularis posterior muscle (*M. auricularis posterior*)

[Figs. 3-6, 8~13]

【起始】側頭骨の乳突部で胸鎖乳突筋の上方から起こる。

【付着】耳介軟骨内側面に終わる。

上耳介筋 auricularis superior muscle (*M. auricularis superior*) [Fig. 3-29]

【起始】帽状腱膜中央部の側縁から起こる。

【付着】耳介軟骨の内側面上部に終わる。

【備考】側頭頭頂筋の頭頂部と同一筋である。

前耳介筋 auricularis anterior muscle (*M. auricularis anterior*)

【備考】認められなかった。

眼瞼筋 muscles of the eyelids (*Mm. palpebrae*)

眼輪筋 orbicularis oculi muscle (*M. orbicularis oculi*) [Figs. 3-17~23]

【起始】内側眼瞼靭帯、前頭骨の鼻部、上顎骨の前涙囊稜、眼窩部から起こる。

【付着】外側眼瞼靭帯に終わる。

皺眉筋 corrugator supercillii muscle (*M. corrugator supercillii*) [Fig. 3-20]

【起始】前頭骨の鼻部から起こる。

【付着】上外側方に向かい、眉部中央に終わる。

鼻の筋 muscles of the nose (*Mm. nasales*)

鼻筋 nasalis muscle (*M. nasalis*)

【備考】 ヒトにおける鼻翼はなく、鼻筋は認められなかった。

口筋 muscles of the mouth (*Mm. oris*)

[第1層]

大頬骨筋 zygomaticus muscle (*M. zygomaticus major*)

[Figs. 3-7, 12, 13, 16~23, 30]

【起始】 前頭頬骨縫合と頬骨側頭縫合を結ぶラインから起こる。

【付着】 口角、上唇、下唇部で口輪筋の筋線維に交わって終わる。

笑筋 risorius muscle (*M. risorius*) [Figs. 3-6, 7, 22]

【起始】 広頸筋の顔面部の上から起こる。

【付着】 口角の皮膚に終わる。

口角下制筋 triangularis muscle (*M. depressor anguli oris*)

[Figs. 3-6~8, 10~12, 22, 24, 25]

【起始】 下顎骨の下縁から起こる

【付着】 三角形を呈し、口角に終わる。

小頬骨筋 zygomaticus minor muscle (*M. zygomaticus minor*) [Fig. 3-23]

【起始】 頬骨弓下縁中央から起こる。

【付着】 途中で大頬骨筋に合流し、口角、上唇、下唇部で口輪筋の筋線維に交わって終わる。

上唇挙筋 *caput infra-orbitale muscle (M. levator labii superioris)*

[Figs. 3-17~19, 21~23, 29, 30]

【起始】眼窩口下縁の前下方から起こる。

【付着】上唇の皮膚に終わる。また、一部は上顎骨に終わる。

上唇鼻翼挙筋 *caput angulare muscle*

(M. levator labii superioris alaeque nasi)

【備考】認められなかった。これに相当するものとして鼻唇挙筋が認められた。

鼻唇挙筋 *nasolabial levator muscle (M. levator nasi labii)*

[Figs. 3-17~19, 21~23, 29, 31]

【起始】内眼角から起こる。

【付着】鼻部および上唇の皮膚に終わる。

【備考】上唇鼻翼挙筋に相当するものと考えられる。

口輪筋 *orbicularis muscle (M. orbicularis oris)*

[Figs. 3-6, 7, 12, 14, 16, 17, 19, 21~23, 29, 30]

【起始】上顎外側切歯の歯槽隆起、下顎外側切歯の歯槽隆起、鼻中隔から起こる。

【付着】大頬骨筋、小頬骨筋、口角挙筋、口角下制筋、頬筋などの筋線維と交わって、口唇周囲の皮膚に終わる。

[第2層]

口角挙筋 *caninus muscle (M. levator anguli oris)* [Fig. 3-21]

【起始】眼窩下孔の下方から起こる。

【付着】口角、また、一部は下唇に終わる。

下唇下制筋 *quadratus labii inferioris* muscle

(*M. depressor labii inferioris*) [Figs. 3-6, 7, 12, 14, 16, 17, 22~26]

【起始】下顎骨の前面から起こる。

【付着】下唇の皮膚に終わる。

[第3層]

頬筋 *buccinator* muscle (*M. buccinator*) [Figs. 3-14, 16, 26, 33]

【起始】上顎骨の歯槽隆起の外側面、下顎骨の頬筋稜および翼突下顎縫線から起こる。

【付着】口角で口輪筋に移行して終わる。

オトガイ筋 *mentalis* muscle (*M. mentalis*) [Fig. 3-16]

【起始】下顎骨の歯槽隆起から起こる。

【付着】下顎骨のオトガイ隆起上部に終わる。

II : 咀嚼筋 (咬合筋) muscles of mastication (*Musculi masticatorii*)

咬筋 masseter muscle (*M. masseter*) [Figs. 3-12~16, 25~27, 29~31,33]

【起始】 浅部：頬骨弓前部および中部から起こる。

深部：頬骨弓中部、後部、内面から起こる。

【附着】 下顎枝、下顎角内側、関節円板に終わる。

側頭筋 temporal muscle (*M. temporalis*) [Figs. 3-30~33]

【起始】 側頭窩および側頭筋膜内面から起こる。

【附着】 下顎骨筋突起、下顎枝内側、関節円板に終わる。

【備考】 三叉神経、深側頭神経により支配されていた。

内側翼突筋 internal pterygoid muscle (*M. pterygoideus medialis*)

[Fig. 3-27]

【起始】 解剖進行上の都合により確認することができなかった。

【附着】 下顎骨内側面の翼突筋粗面に終わる。

【備考】 下顎腺を除去した後、深層に確認された。

外側翼突筋 external pterygoid muscle (*M. pterygoideus lateralis*)

[Figs. 3-32, 33]

【起始】 解剖進行上の都合により確認することができなかった。

【附着】 下顎骨の関節突起、関節包、関節円板に終わる。

【備考】 下顎切痕の深層に確認された。

頸部の筋 Muscles of the neck (*Musculi colli*) [Table. 3-2]

浅頸筋 superficial muscles of the neck (*Mm. colli superficiales*)

広頸筋 platysma muscle (*platysma*) [Figs. 3-6~12, 24~26]

【起始】肩前面から上腕前面にかけて広く起こる。

【付着】下顎下縁および下唇下制筋に終わる。一部はフランジに入り込み終わる。

胸鎖乳突筋 sterno-mastoid muscle (*M. sternocleidomastoideus*)

[Figs. 3-6, 8~15]

【起始】胸骨頭：胸骨柄の上縁および前面から起こる。

鎖骨頭：鎖骨の内側 1/3 上方から起こる。

【付着】側頭骨の乳様突起および後頭骨の上項線に終わる。

舌骨筋 muscles of the hyoid (*Mm. hyoidei*)

舌骨上筋群 supra-hyoid muscle (*Mm. suprahyoidei*)

顎二腹筋 digastric muscle (*M. digastricus*) [Figs. 3-14, 15]

【起始】側頭骨乳様突起から起こる。

【付着】下顎角内側に終わる。

【備考】二腹筋の形態をとらず、後腹のみからなる。文献 (Sonntag, 1924; Wall *et al.*, 1994) でも知られているように前腹は認められなかった。

茎突舌骨筋 stylo-hyoid muscle (*M. stylohyoideus*) [Fig. 3-15]

【起始】茎状突起から起こる。

【付着】舌骨に終わる。

顎舌骨筋 mylo-hyoid muscle (*M. mylohyoideus*) [Figs. 3-27, 28]

【起始】下顎骨顎舌骨筋線から起こる。

【付着】正中縫線および舌骨体に終わる。

オトガイ舌骨筋 genio-hyoid muscle (*M. geniohyoideus*) [Fig. 3-28]

【起始】オトガイ棘から起こる。

【付着】舌骨体に終わる。

また、解剖の進行に合わせて確認できた構造物について、その位置関係も含め以下に記載する。

まず、剥皮した状態において、フランジ、広頸筋、口角下制筋、胸鎖乳突筋の一部、僧帽筋の一部、後耳介筋、後頭筋、前頭筋、眼輪筋、鼻根筋、鼻唇挙筋、上唇挙筋、口輪筋の一部、下唇下制筋、大頬骨筋の一部、口角挙筋の一部が認められた [Figs. 3-6~9, 17~19, 24]。頬部両側には、結合組織と脂肪からなる発達したフランジが認められ、広頸筋の一部がフランジに入り込むように終わっていた。また、後頭部から頸部背側にかけて、やはり結合組織と脂肪からなり、構造的にチークパッドに類似する厚い層が認められた。

広頸筋、フランジを切除すると、耳下腺が頬部を被うように存在した。耳下腺は、耳介 - 咬筋 - 胸鎖乳突筋を結ぶ領域に深く入り込み、耳下腺の導管は、咬筋の外側を通り、頬筋と咬筋の間へと入り込んでいた。耳下腺の導管は、口腔前庭の後部頬粘膜面に開口していた。また、大頬骨筋、咬筋（浅層）、胸鎖乳突筋、僧帽筋、側頭頭頂筋の一部が認められた [Figs. 3-10~12, 22, 25]。

大頬骨筋を剥離すると、小頬骨筋および側頭頭頂筋の一部（側頭部）が現れた [Figs. 3-23, 29]。側頭頭頂筋は3部よりなり、側頭部は前方より頬骨弓の上縁、下縁および耳介軟骨の内側面上部から起こっていた。個体差もあるが、ヒトにおいて側頭頭頂筋は頬骨にまで至らない。上唇挙筋の一部は、骨に終わっていた。

上唇挙筋の深層には、口角挙筋が認められた [Fig. 3-21]。口周辺部は、固定時に筋が右側に寄ってしまったことにより、明確に起始停止を確認することが困難であった。

下唇下制筋の深層には、頬筋、オトガイ筋、口輪筋（下唇筋）が認められた [Figs. 3-14, 16]。オトガイ筋は、前面から見るとV字に見えた。

胸鎖乳突筋の深層には、顎二腹筋が認められた [Figs. 3-14, 15]。顎二腹筋は、側頭骨乳様突起から起こり、二腹筋の形態をとることなく下顎骨内側に停止していた。これは後腹にあたり、文献 (Sonntag, 1924; Wall *et al.*, 1994) でも知られているように前腹は認められなかった。

側頭頭頂筋と後頭筋の深層には、側頭筋が認められた [Figs. 3-30, 31]。

咬筋（浅部）の深層には、咬筋（深部）が認められた [Fig. 3-31]。

表層の筋は、耳介の下部から起こる顔面神経の支配を受け、頸枝、下顎縁枝、頬筋枝、頬骨枝、側頭枝等に分かれていた。神経枝間は、さらに細い神経によって吻合しており、網目状の神経ネットワークが観察された。静脈については、耳介の前方に浅側頭静脈、眼輪部から顎下に向かう顔面静脈、外頸静脈が認められた。また、顔面静脈は外頸静脈に移行していた。動脈は、浅側頭動脈が、浅側頭静脈とほぼ併走してみられ、顔面動脈は下唇下制筋の下層に認められた [Fig. 3-34]。

第四節 考察

頬部両側に認められたフランジは、性成熟したオスにのみ存在し、顔を大きくすることで、他のオスに対し自分を強く見せ、実際に戦うことなく問題を解決するための構造であるといわれている。しかし、このフランジは、すべてのオスに必ず発達するというわけではない。飼育下においても野生下においても、地位の低いオスでは、性成熟の年齢を迎えても、フランジの発達をはじめとする二次性徴が抑制される場合があることが報告されている (Kingsley, 1988 ; Maggioncalda, 1995 ; Utami and Mitra, 1995)。また、それまで何年間もフランジの発達がみられなかった個体において、優位なオスがいなくなった途端、フランジが急激に発達したことも報告されている (Kingsley, 1988 ; Utami and Mitra, 1995)。近年では、発育が停止した若いオス (サブアダルト) でもメスを妊娠させることができるうえ、体が小さいため食物量は少なくて済み、オス同士の争いに巻き込まれる危険性もないことから、このようなオスの発育停止は、病気ではなく適応的な進化戦略であると考えられている。

観察の結果、今回の検体のフランジは結合組織および脂肪からなり、広頸筋の一部がその下に入り込むように終わっていた。動物園でオランウータンを観察していると、フランジをピクピクと動かすことができる個体がみられる。今回得られた結果から、フランジそのものには、筋系組織や神経の分布等といった、動かすことを可能にする構造は認められないが、その下に存在する表情筋や広頸筋を動かすことで、フランジを動かすことが可能であることがわかった。また、今回の検体は、動物園にてオス、メス1頭ずつ飼育されていたうちのオス個体であり、他のオスの存在を意識する必要はなく、通常 of 性成熟を遂げていたものと考えられた。

サルや類人猿のような高等霊長類は、視覚に優れ、嗅覚よりも視覚に頼る度合いが大きい。これは、目が前を向き、両目の視野が重なり合うため、両目でひとつのものに焦点を合わせることができるからである。その結果、優れた立体視が得られ、距離やものの奥行きを正確に判断することができる。このことは、樹上で複雑なロコモーション (移動様式) を行う霊長類には必要不可欠である。この点に関してはオランウータンも例外ではなく、視覚に優れ、視覚に頼って

生活している。オランウータンは、この優れた視覚能力をコミュニケーションの手段としても利用し、樹上において単独に近い生活を送るオランウータンではあるが、樹上での移動や食物採取という観点からだけでなく、コミュニケーションという点においても、見る側、見られる側の両方として、顔面の形態が果たす役割は大きいと考えられた。また、大きく発達するフランジに関しては、少々視野を狭めることで見る側としての機能を低下させても、見られる側として優位であることを選択したオスの戦略であろうと考えた。

オランウータンの表情筋の付着は、ヒトに類似していた。しかし、鼻部に関しては、オランウータンにはヒトの鼻翼に相当する部分がないため、鼻筋（横部、翼部）は認められず、上唇鼻翼挙筋に相当するものとして鼻唇挙筋が存在した。また、オランウータンは、線維の多い植物、棘の多い果実のさや、堅果、樹皮などを引き裂く、あるいは噛み砕くのに適した強大な顎をもち、咬筋、側頭筋といった咀嚼筋や口裂周辺の表情筋がよく発達していた。この口裂周辺の表情筋の発達は、オランウータンが、唇を突き出し、まるでヒトの手のように口を使って巧みに物を操ることを可能としている。こういった口先の器用さは、樹上において手足がふさがった状況で、食べにくい果実を食べたり、食物を口にくわえたまま移動したりする中で獲得してきたものなのではないかと考えられた。

また、咀嚼運動には咀嚼筋、舌骨上筋が深く関わっているが、文献（Sonntag, 1924; Wall *et al.*, 1994）でも既に報告されているように、舌骨上筋のひとつである顎二腹筋は、オランウータンでは二腹筋の形態をとらず、側頭骨乳様突起から起こり下顎角内側に終わる後腹のみからなっていた。このような走行は、他の霊長類ではみられない。オランウータンを除く霊長類は、側頭骨乳突切痕から起こる後腹と、下顎骨の二腹筋窩から起こる前腹が中間腱でつながり、中間腱が舌骨体に固定されるという形態をもつ。つまり、下顎骨とその下方に位置する舌骨がつながっており、咀嚼運動時には顎二腹筋が収縮することで、舌骨を引き下げ、また舌骨を固定する場合は下顎を引き下げることになる。しかし、オランウータンの顎二腹筋は側頭骨と下顎角がつながっているため、舌骨との関係はなくなり、収縮することで下顎を上後方に引くことになると考えられる。Wallら（1994）は、オランウータンの顎二腹筋・後腹の筋電図を測定し、

その結果、後腹は、口を開けた状態の時にのみ下顎の抑制筋として機能していた、特に、口を大きく開けた状態を保つ際によく働いていたと報告している。つまり、オランウータンの後腹には口を開ける作用はなく、その状態を保つ作用しかない。また、顎二腹筋というのは、その神経支配や発生も特殊で、前腹は下顎神経に、後腹は顔面神経によって支配され、発生学的には、第一鰓弓と第二鰓弓の中胚葉に由来する複合体である。このようなことから、オランウータンの顎二腹筋には、前腹を必要としない、あるいは舌骨との関係を絶つ利点や理由等があることが推察される。

近年、化石研究の分野において、オランウータンの顎二腹筋に関連する新しい発見があった。これまで、オランウータンの祖先については、ふたつの主だった競合する説が提案されてきた。ひとつは、歯の類似性から、中国南部やタイの中新世中期層で見つかったヒト上科の *Lufengpithecus* を起源とする説で、もうひとつは、顔面と口蓋の類似性から、約 1300 万年前から 700 万年前の中新世に生息し、インド、パキスタンのシワリク丘陵から発掘されたヒト上科、*Sivapithecus* (シバピテクス) を起源とする説である。しかし、近年、さらにオランウータンに近縁であると考えられるヒト上科の新属新種、*Khoratpithecus piriyai* の下顎が発見された (Chaimanee *et al.*, 2004)。この化石は、タイの中新世後期 (900 万年前から 700 万年前) 層から出土し、このことは、オランウータンの祖先が、中新世後期に温帯あるいはもっと季節型の気候であった中国南部やパキスタンではなく、現在と同様の熱帯条件下にあったタイの森林地帯で進化を遂げたことを示している。しかし、ここで最も注目すべき点は、この新種にも顎二腹筋の前腹がみられなかったということである。したがって、少なくとも 900 万年前から 700 万年前には、既にオランウータンの顎二腹筋・前腹は欠如していたことになる。

顎二腹筋の前腹が欠如した理由としては、下顎の大型化、喉頭嚢の広がり、食性、発声、樹上でのロコモーション等が考えられるが、これらはどれもオランウータンに特有のものではなく、オランウータンにおける顎二腹筋・前腹の欠如の理由はいまだ不明である。今後、さらに化石研究等が進み、顎二腹筋の前腹が欠如した時代の状況が明らかになるにつれ、その理由も明らかになるのではないかと思われる。

Table. 3-1 頭部の筋-起始、付着

	起始	付着
後頭前頭筋		
前頭筋	鼻根部、内眼角、眉間の皮膚	帽状腱膜
後頭筋	後頭骨の上頂線および最上頂線	帽状腱膜
側頭頭頂筋		
側頭部	頬骨弓の上縁、下縁、耳介軟骨内側面上部	前頭頬骨縫合周辺
三角部	最上頂線	前頭頬骨縫合周辺
頭頂部	帽状腱膜中央部側縁	耳介軟骨内側面上部
鼻根筋	鼻眼部、鼻背筋膜	前頭(眉間部)の皮膚
後耳介筋	側頭骨乳突部	耳介軟骨内側面
上耳介筋	帽状腱膜中央部側縁	耳介軟骨内側面上部
前耳介筋	認められない。	認められない。
眼輪筋	内側眼瞼靭帯、前頭骨鼻部、 上顎骨前涙囊稜、眼窩部	外側眼瞼靭帯
皺眉筋	前頭骨鼻部	眉部中央
鼻筋	認められない。	認められない。
大頬骨筋	前頭頬骨縫合と頬骨側頭縫合を結ぶライン	口角、上唇、下唇部
笑筋	広顎筋顔面部	口角の皮膚
口角下制筋	下顎骨下縁	口角
小頬骨筋	頬骨弓下縁中央	口角、上唇、下唇部
上唇挙筋	眼窩口下縁前下方	上唇の皮膚(一部、骨)
上唇鼻翼挙筋	認められない。	認められない。
鼻唇挙筋	内眼角	鼻部および上唇の皮膚
口輪筋	上顎および下顎外側切歯歯槽隆起、鼻中隔	口周囲の皮膚
口角挙筋	眼窩下孔下方	口角(一部、下唇)
下唇下制筋	下顎骨前面	下唇の皮膚
頬筋	上顎骨歯槽隆起外側面、下顎骨頬筋稜、 翼突下顎縫線	口角
オトガイ筋	下顎骨歯槽隆起	下顎骨オトガイ隆起上部
咬筋		
浅部	頬骨弓前部および中部	下顎枝、下顎角内側、関節円板
深部	頬骨弓中部、後部、内面	
側頭筋	側頭窩、側頭筋膜内面	下顎骨筋突起、下顎枝内側、関節円板
内側翼突筋	解剖の都合上、未確認	下顎骨内側面の翼突筋粗面
外側翼突筋	解剖の都合上、未確認	下顎骨関節突起、関節包、関節円板

Table. 3-2 頸部の筋-起始、付着

	起始	付着
広頸筋	肩前面から上腕前面にかけて	下顎下縁、下唇下制筋
胸鎖乳突筋		
胸骨頭	胸骨柄上縁および前面	側頭骨乳様突起、後頭骨上頂線
鎖骨頭	鎖骨内側1/3上方	
顎二腹筋	側頭骨乳様突起	下顎角内側
茎突舌骨筋	茎状突起	舌骨
顎舌骨筋	下顎骨顎舌骨筋線	正中縫線、舌骨体
オトガイ舌筋	オトガイ棘	舌骨体

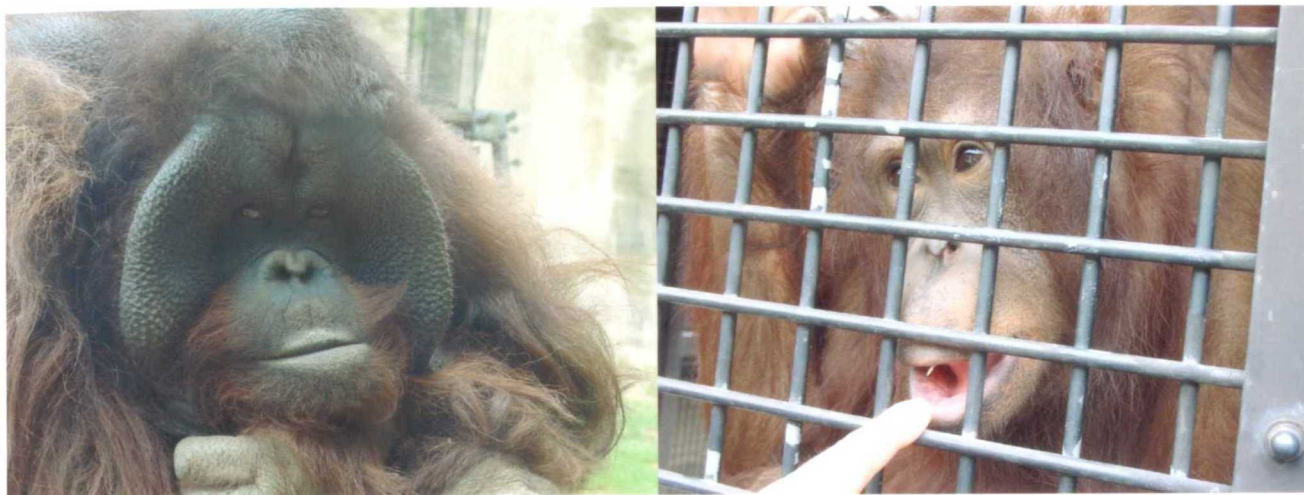


Fig. 3-1 : オランウータンのオス(左)およびメス(右)の顔の形態の違い

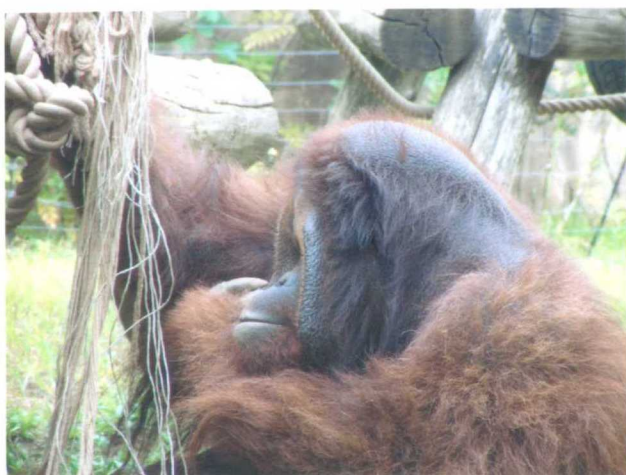


Fig. 3-2 : オスの顔の形態
横から見ると、フランジにより視界が遮られていることがわかる。



Fig. 3-3 : フランジの後方に位置する耳(→)
耳介は非常に小さい。



Fig. 3-4 : 器用に動く口唇



Fig. 3-5 : 広い口腔前庭

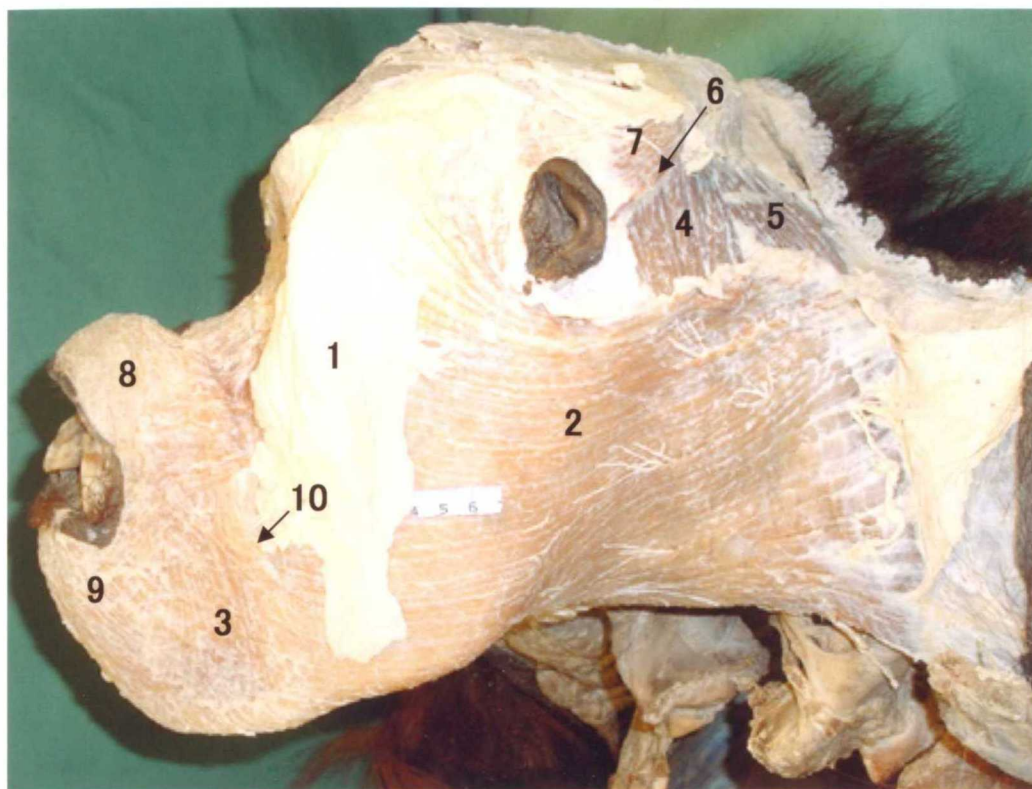


Fig. 3-6 : 頭頸部左側面 剥皮後の表層構造
 1. フランジ 2. 広頸筋 3. 口角下制筋 4. 胸鎖乳突筋 5. 僧帽筋
 6. 後耳介筋 7. 後頭筋 8. 口輪筋 9. 下唇下制筋 10. 笑筋

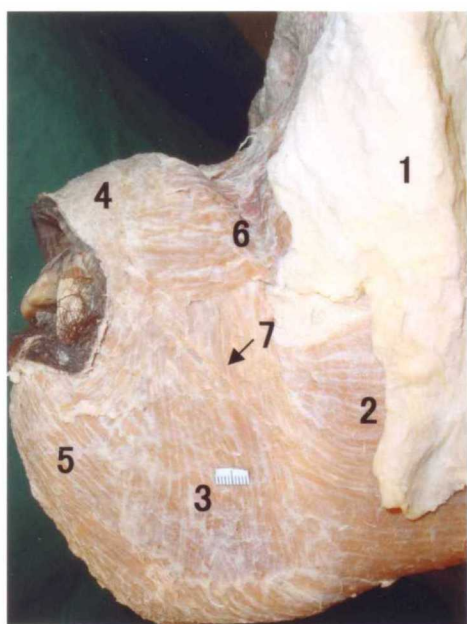


Fig. 3-7 : 頭頸部左側面
 1. フランジ 2. 広頸筋
 3. 口角下制筋 4. 口輪筋
 5. 下唇下制筋 6. 大頬骨筋
 7. 笑筋

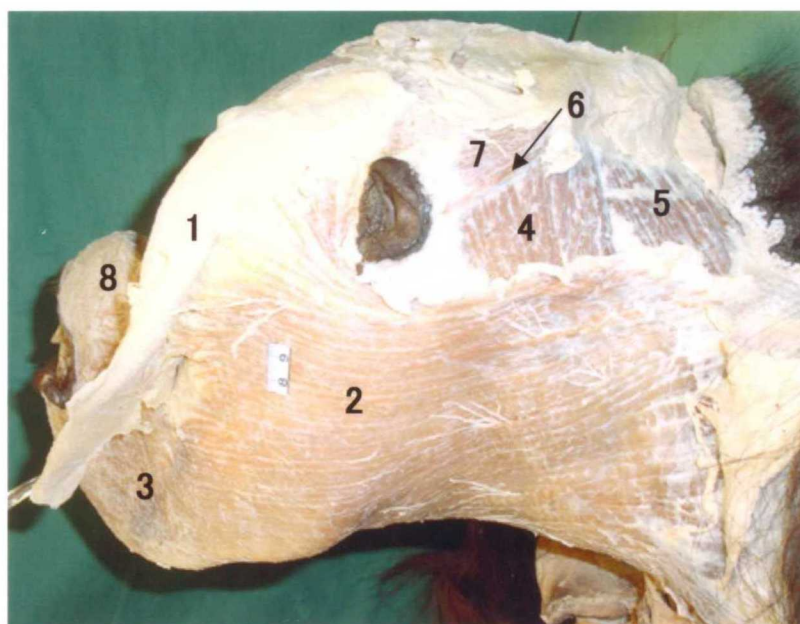


Fig. 3-8 : 頭頸部左側面
 フランジに広頸筋が終止している。
 1. フランジ 2. 広頸筋 3. 口角下制筋 4. 胸鎖乳突筋
 5. 僧帽筋 6. 後耳介筋 7. 後頭筋 8. 口輪筋

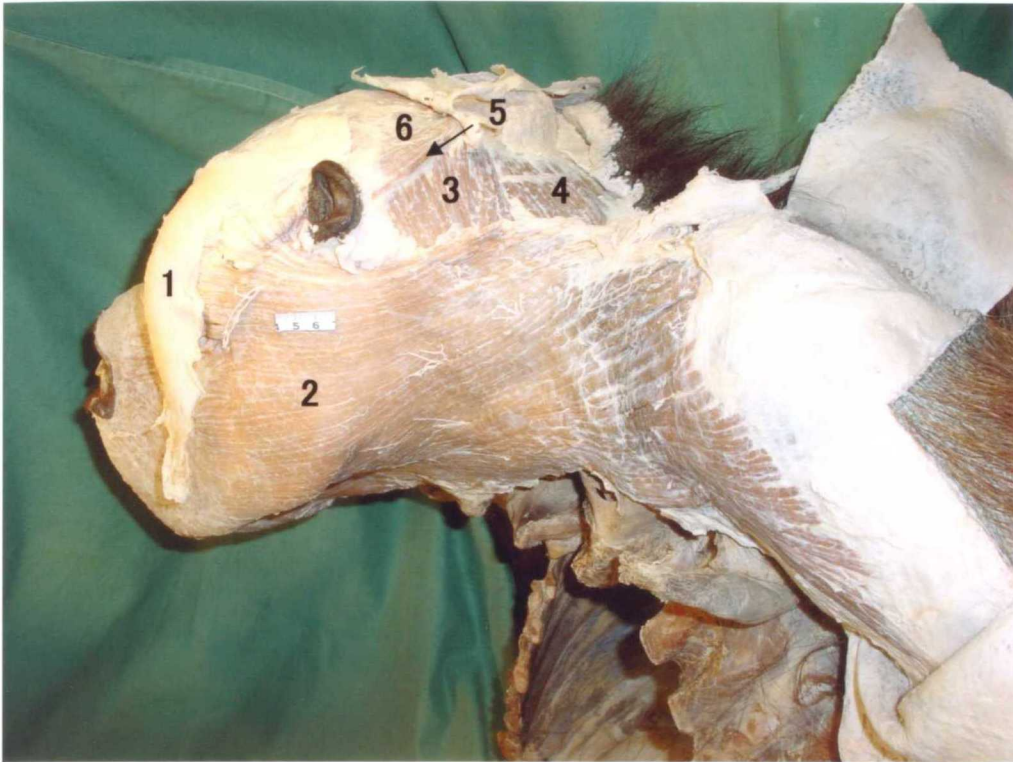


Fig. 3-9 : 頭頸部左側面 広頸筋の起始部および付着部
 1. フランジ 2. 広頸筋 3. 胸鎖乳突筋 4. 僧帽筋 5. 後耳介筋 6. 後頭筋

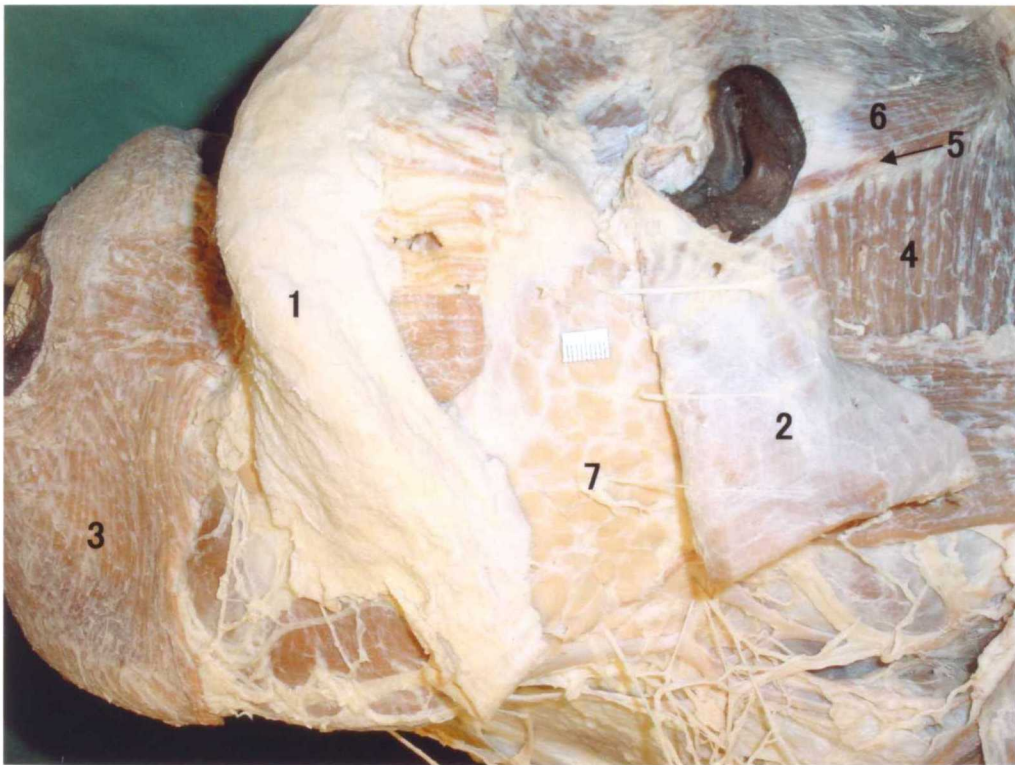


Fig. 3-10 : 頭頸部左側面 広頸筋を剥離すると深層に耳下腺が確認できる。
 1. フランジ 2. 広頸筋 3. 口角下制筋 4. 胸鎖乳突筋 5. 後耳介筋
 6. 後頭筋 7. 耳下腺

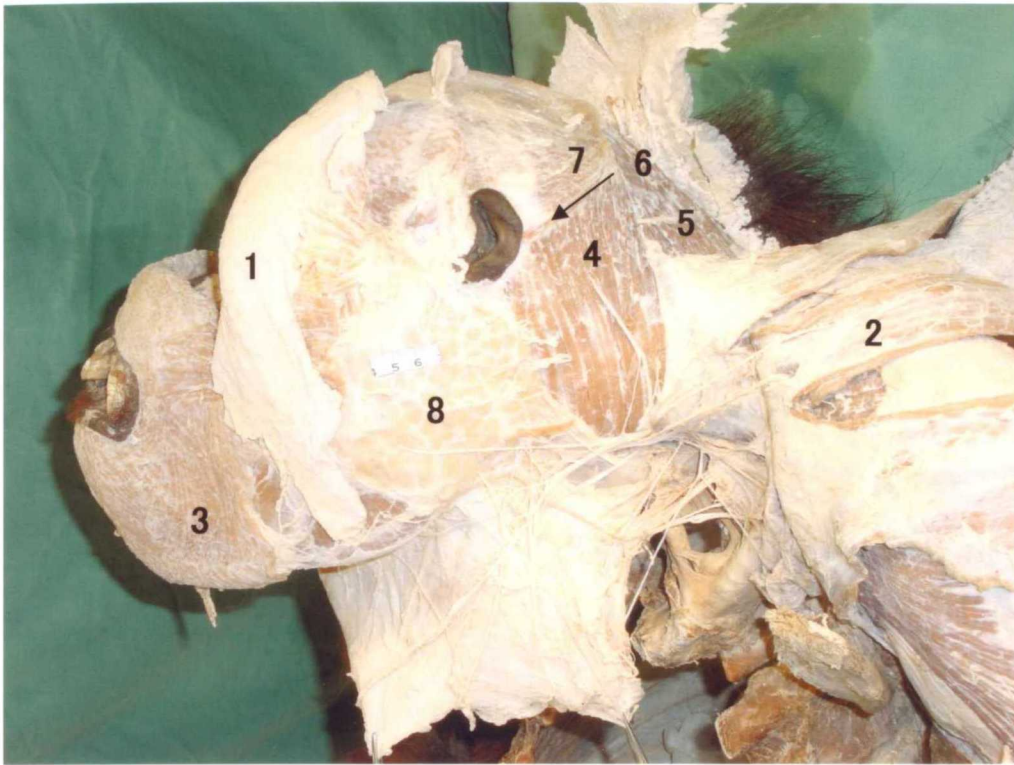


Fig. 3-11 : 頭頸部左側面 広頸筋を剥離すると耳下腺が確認できる。
 1. フランジ 2. 広頸筋 3. 口角下制筋 4. 胸鎖乳突筋 5. 僧帽筋
 6. 後耳介筋 7. 後頭筋 8. 耳下腺

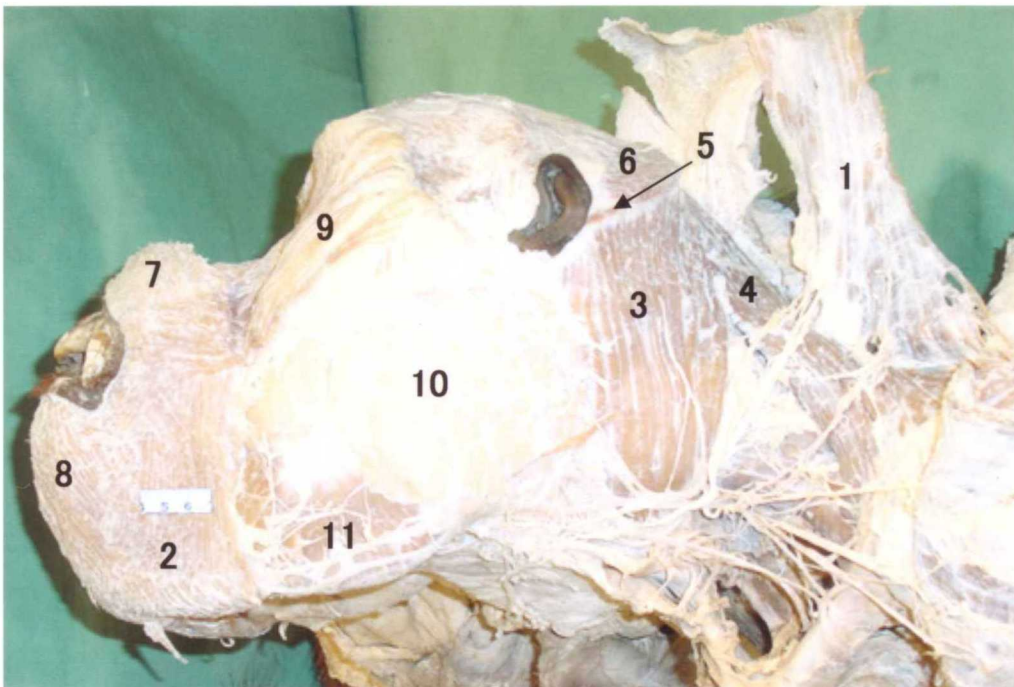


Fig. 3-12 : 頭頸部左側面 フランジと広頸筋を剥離した深層構造
 1. 広頸筋 2. 口角下制筋 3. 胸鎖乳突筋 4. 僧帽筋 5. 後耳介筋 6. 後頭筋
 7. 口輪筋 8. 下唇下制筋 9. 大頬骨筋 10. 耳下腺 11. 咬筋(浅部)

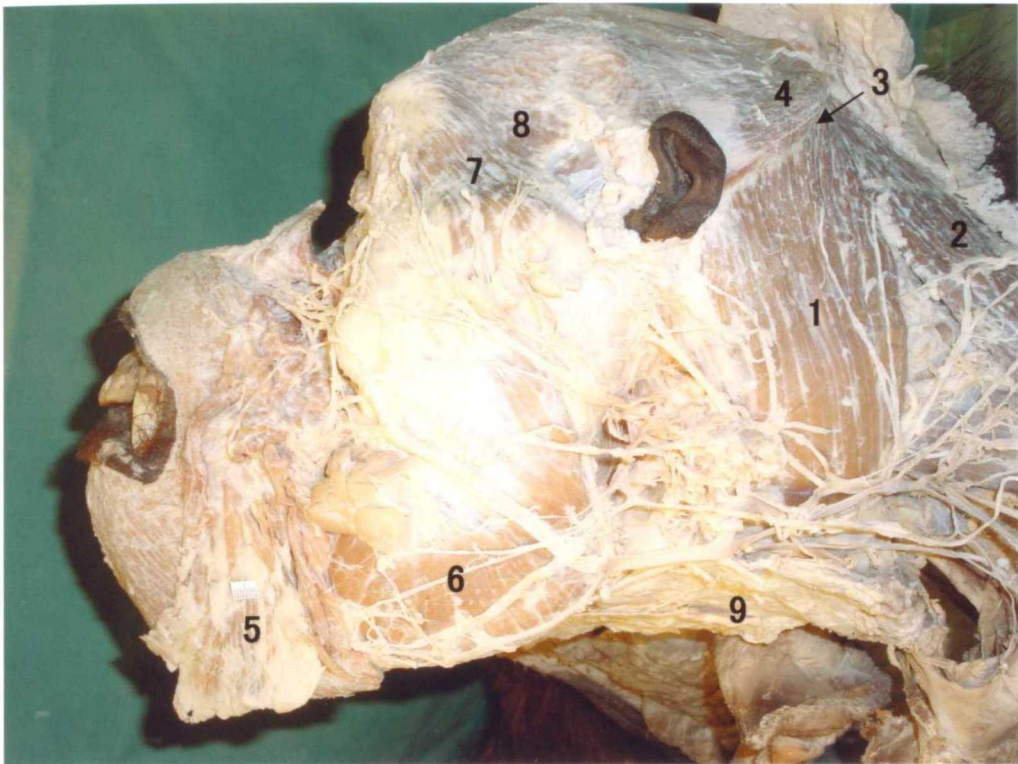


Fig. 3-13 : 頭頸部左側面 耳下腺を取り除いた深層構造
 1. 胸鎖乳突筋 2. 僧帽筋 3. 後耳介筋 4. 後頭筋 5. 大頬骨筋 6. 咬筋(浅部)
 7. 側頭頭頂筋(側頭部) 8. 側頭頭頂筋(三角部) 9. 喉頭嚢

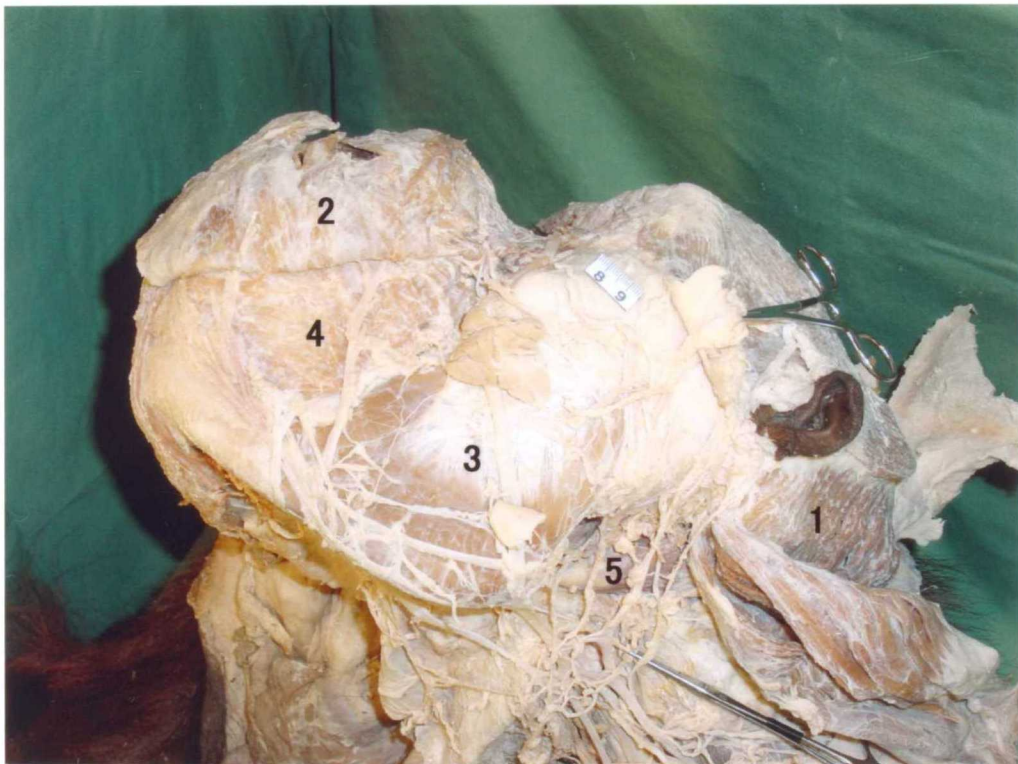


Fig. 3-14 : 頭頸部左側面 下唇下制筋および口輪筋の深層に頬筋が確認できる。
 1. 胸鎖乳突筋 2. 下唇下制筋および口輪筋 3. 咬筋(浅部) 4. 頬筋 5. 顎二腹筋

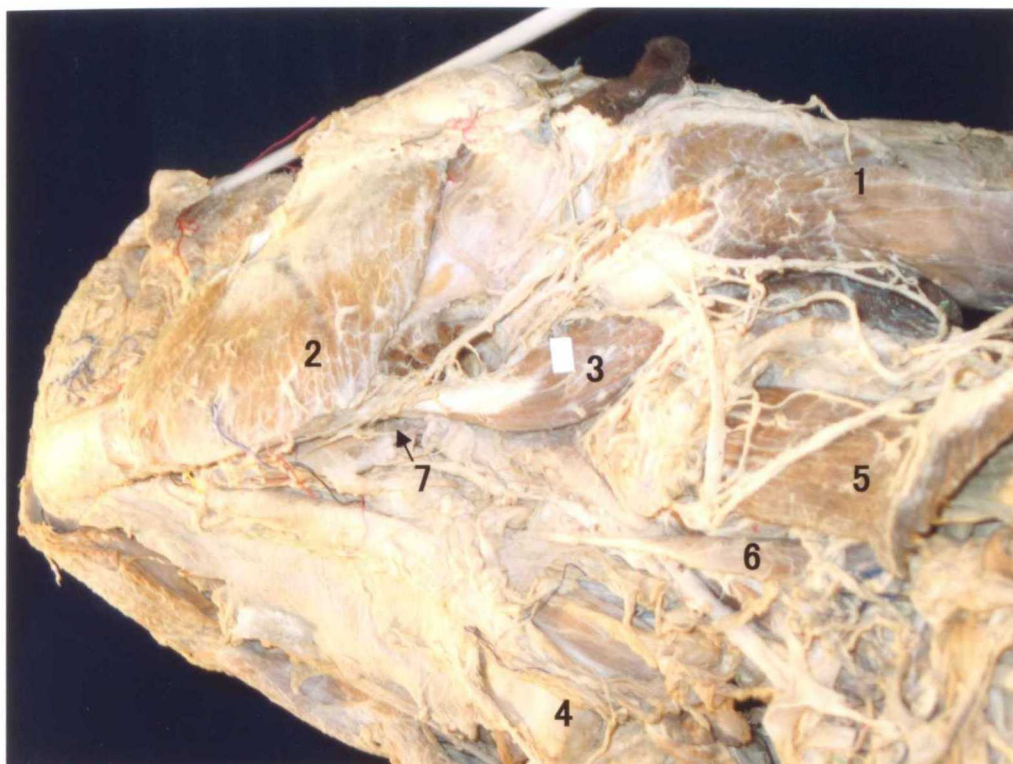


Fig. 3-15 : 頭頸部左側下面

喉頭嚢および胸鎖乳突筋を剥離した深層に顎二腹筋が確認できる。

1. 胸鎖乳突筋 2. 咬筋(浅部) 3. 顎二腹筋 4. 甲状軟骨 5. 環椎鎖骨筋
6. 肩甲舌骨筋 7. 茎突舌骨筋

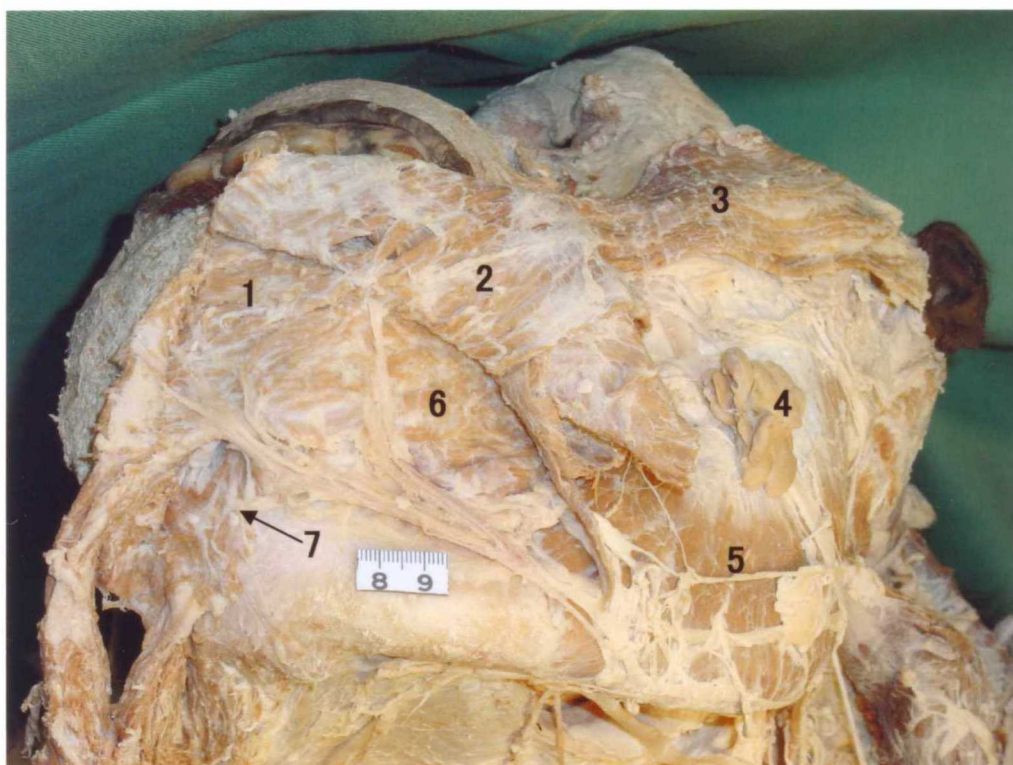


Fig. 3-16 : 頭頸部左側下面

下唇下制筋を剥離すると口輪筋、頬筋、オトガイ筋が確認できる。

1. 口輪筋 2. 下唇下制筋 3. 大頬骨筋 4. 耳下腺 5. 咬筋(浅層)
6. 頬筋 7. オトガイ筋

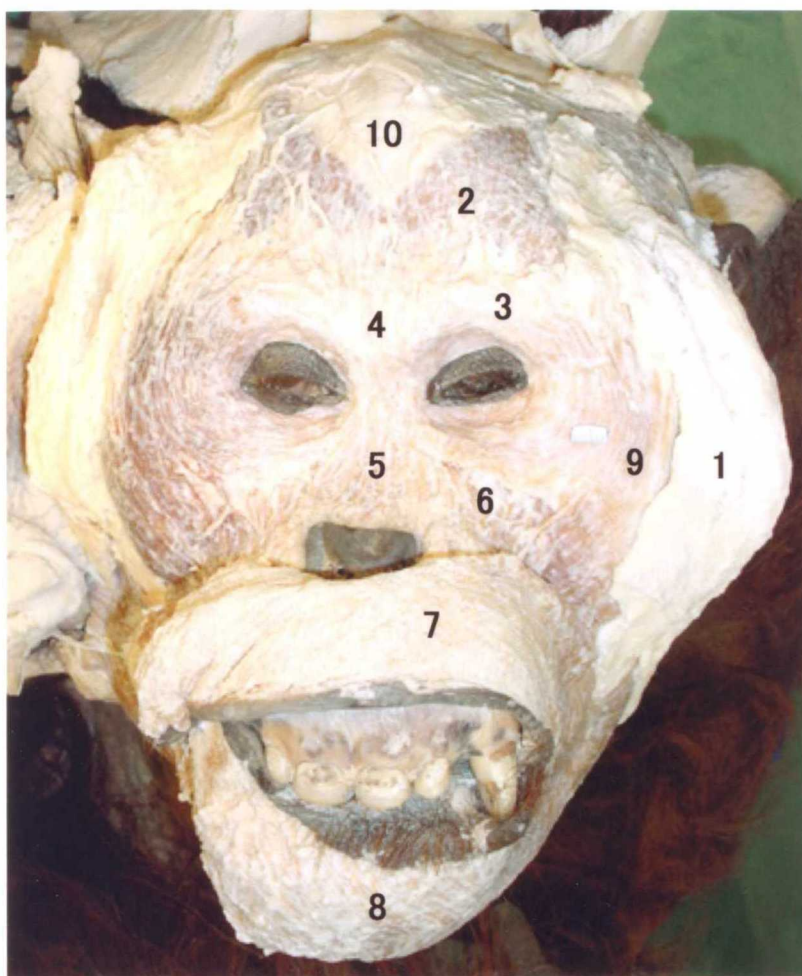


Fig. 3-17 : 頭部前面 剥皮後の表層構造
 1. フランジ 2. 前頭筋 3. 眼輪筋 4. 鼻根筋 5. 鼻唇挙筋
 6. 上唇挙筋 7. 口輪筋 8. 下唇下制筋 9. 大頬骨筋 10. 帽状腱膜

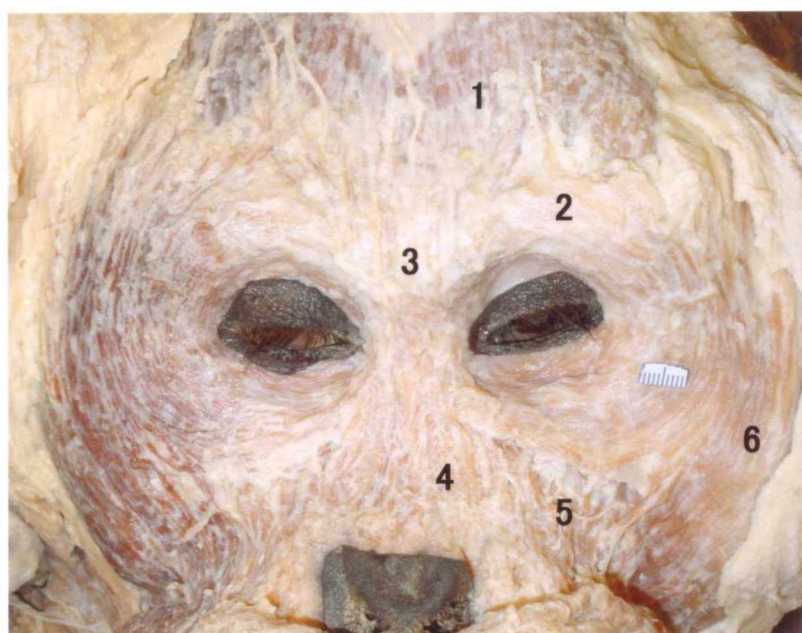


Fig. 3-18 : 頭部前面 表層部
 1. 前頭筋 2. 眼輪筋 3. 鼻根筋 4. 鼻唇挙筋 5. 上唇挙筋
 6. 大頬骨筋

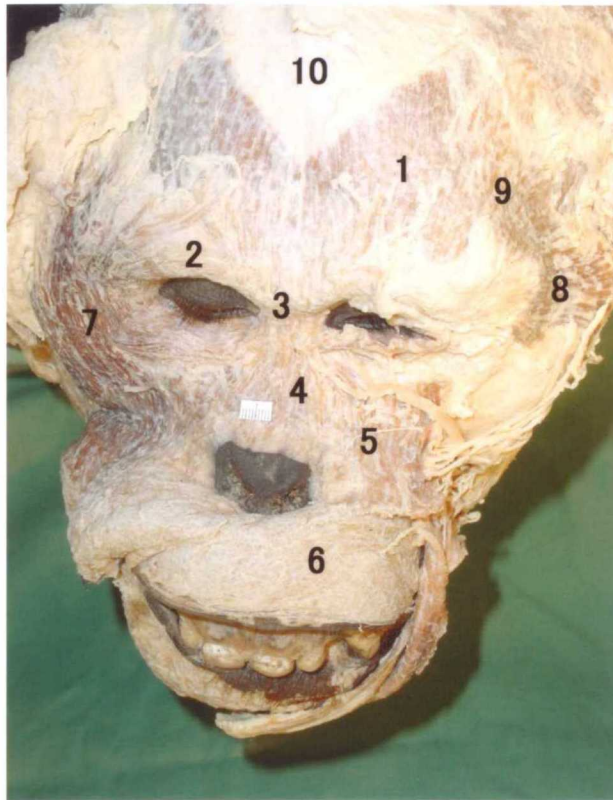


Fig. 3-19 : 頭部上面

1. 前頭筋 2. 眼輪筋 3. 鼻根筋 4. 鼻唇挙筋 5. 上唇挙筋
 6. 口輪筋 7. 大頬骨筋 8. 側頭頭頂筋(側頭部)
 9. 側頭頭頂筋(三角部) 10. 帽状腱膜



Fig. 3-20 : 頭部前面 眼輪筋を剥離

1. 前頭筋 2. 眼輪筋
 3. 大頬骨筋 4. 皺眉筋

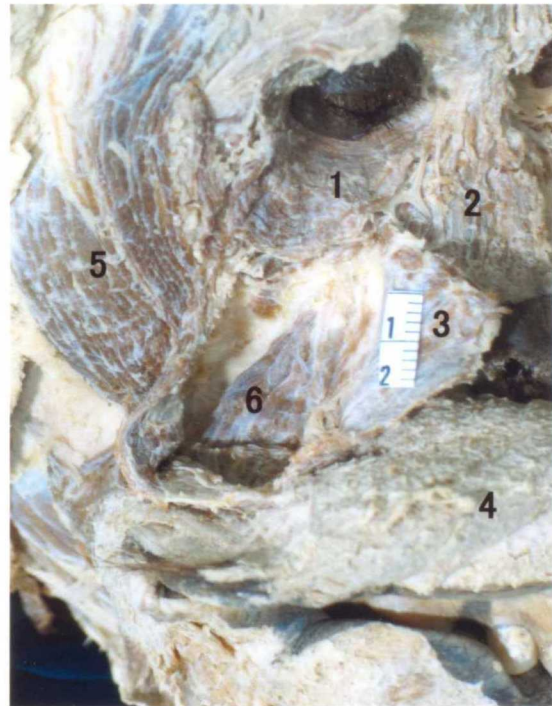


Fig. 3-21 : 頭部前面右側

- 上唇挙筋の深層に口角挙筋が確認できる。
 1. 眼輪筋 2. 鼻唇挙筋 3. 上唇挙筋 4. 口輪筋
 5. 大頬骨筋 6. 口角挙筋

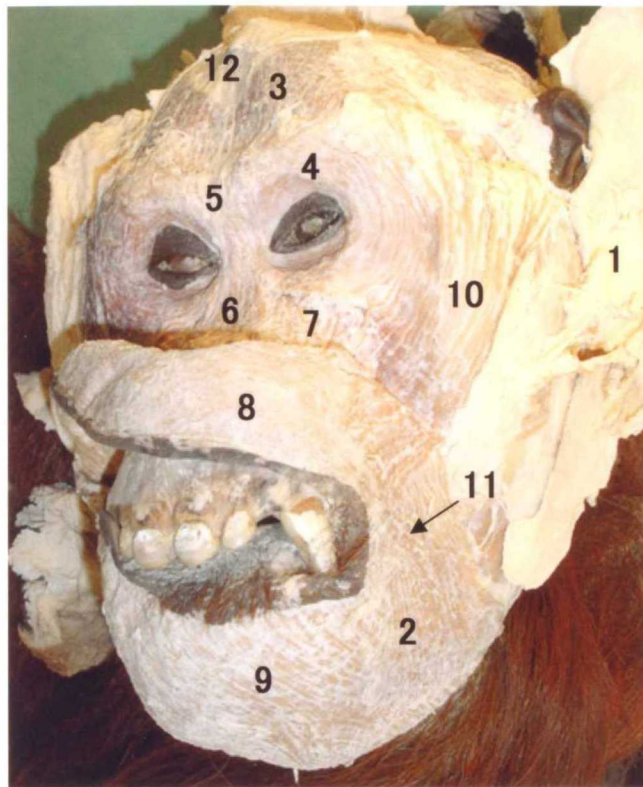


Fig. 3-22 : 頭部左前側面 フランジを剥離した深層構造
 1. フランジ 2. 口角下制筋 3. 前頭筋 4. 眼輪筋 5. 鼻根筋 6. 鼻唇挙筋
 7. 上唇挙筋 8. 口輪筋 9. 下唇下制筋 10. 大頬骨筋 11. 笑筋 12. 帽状腱膜

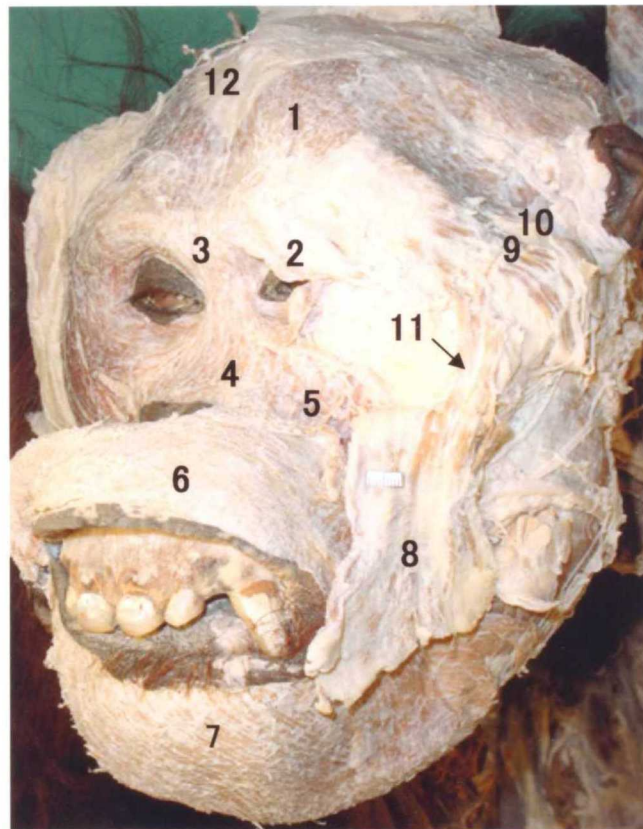


Fig. 3-23 : 頭部左前側面 大頬骨筋の深層に小頬骨筋が確認できる。
 1. 前頭筋 2. 眼輪筋 3. 鼻根筋 4. 鼻唇挙筋 5. 上唇挙筋
 6. 口輪筋 7. 下唇下制筋 8. 大頬骨筋 9. 側頭頭頂筋(側頭部)
 10. 側頭頭頂筋(三角部) 11. 小頬骨筋 12. 帽状腱膜

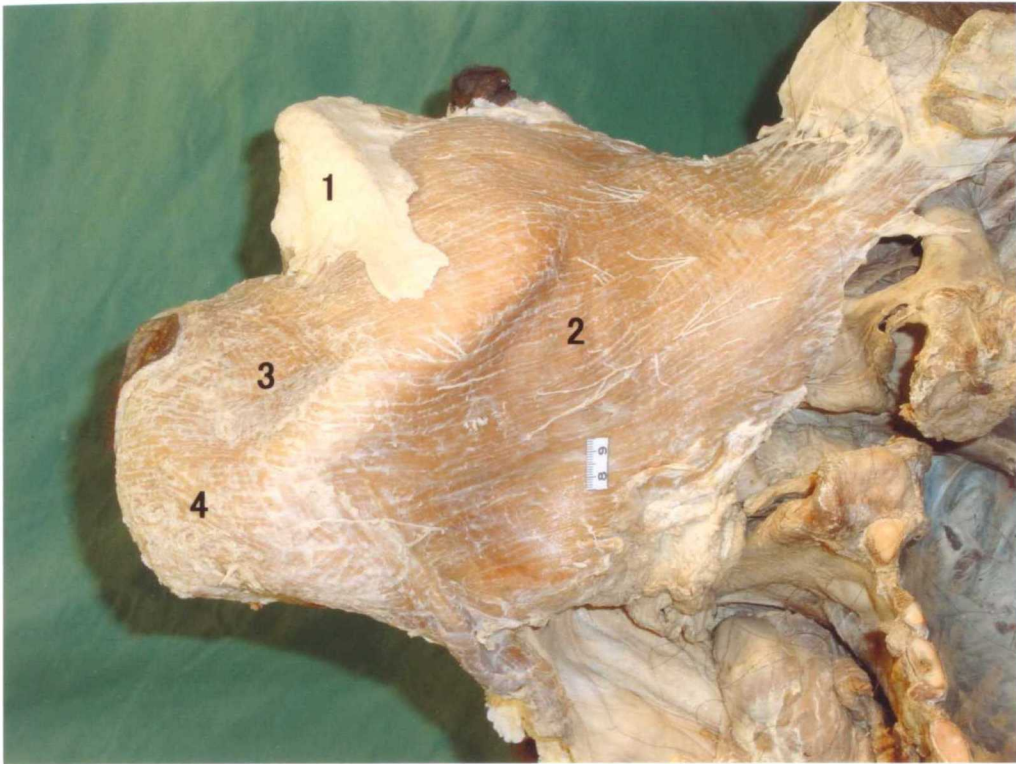


Fig. 3-24 : 頭頸部下面 剥皮後の表層構造
 1. フランジ 2. 広頸筋 3. 口角下制筋 4. 下唇下制筋

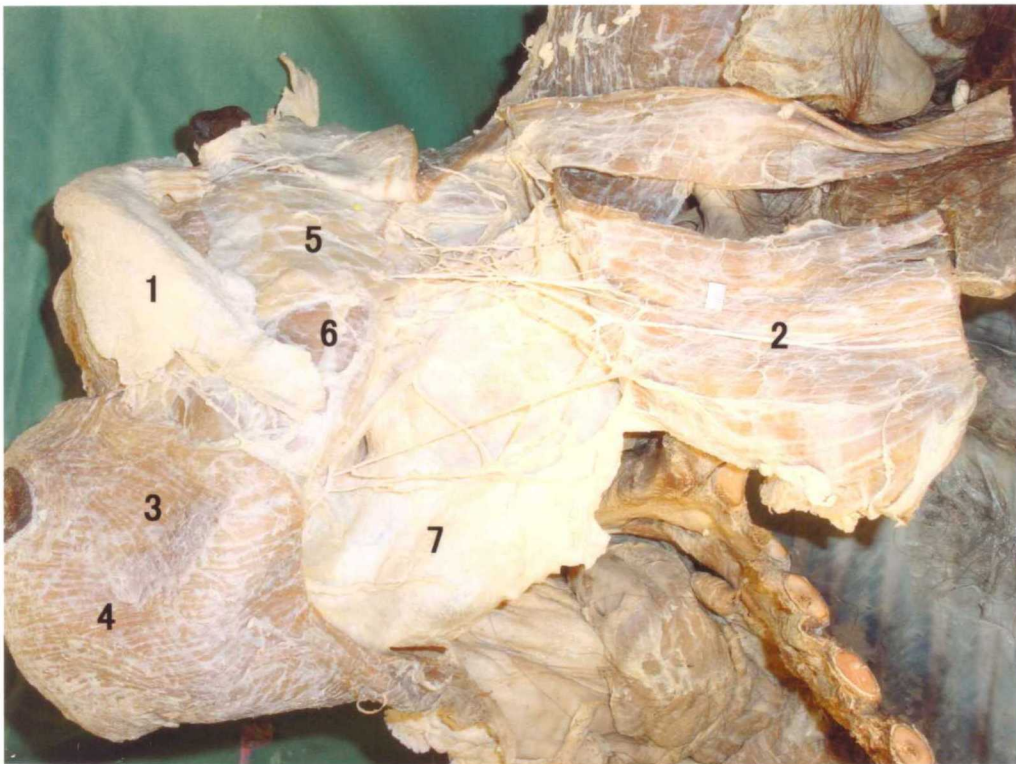


Fig. 3-25 : 頭頸部下面 広頸筋を剥離後の深層構造
 1. フランジ 2. 広頸筋 3. 口角下制筋 4. 下唇下制筋 5. 耳下腺
 6. 咬筋(浅部) 7. 喉頭嚢

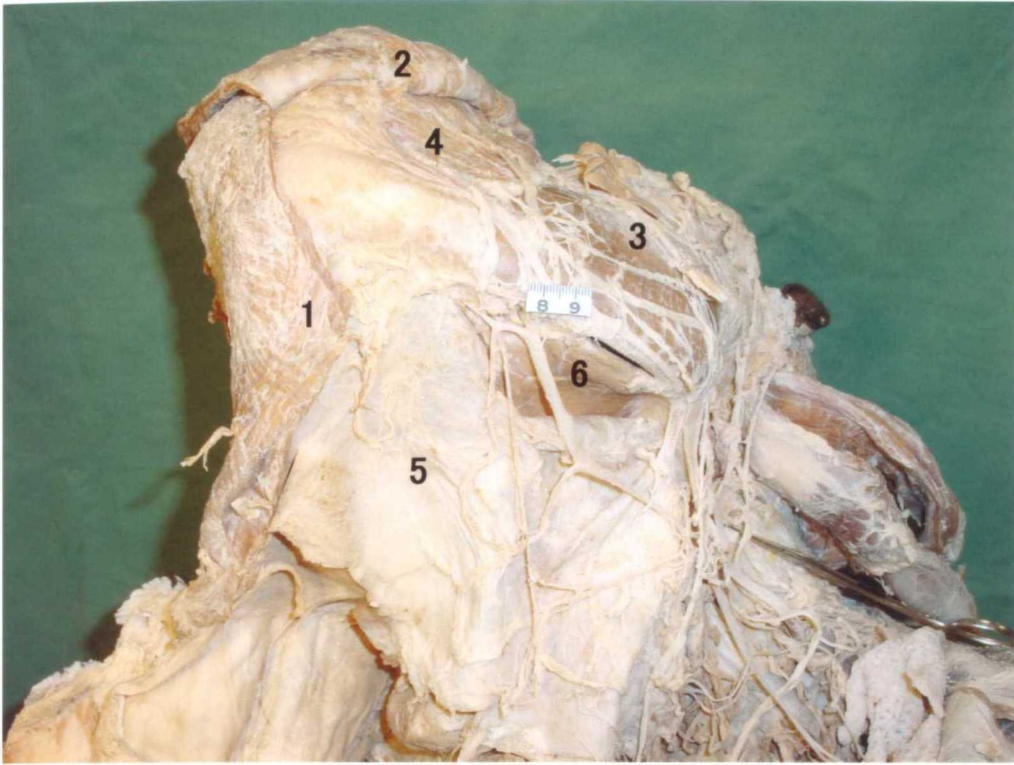


Fig. 3-26 : 頭頸部下面 喉頭嚢を剥離すると深層に下顎腺が確認できる。
 1. 広顎筋 2. 広顎筋および下唇下制筋 3. 咬筋(浅部) 4. 頬筋 5. 喉頭嚢 6. 下顎腺

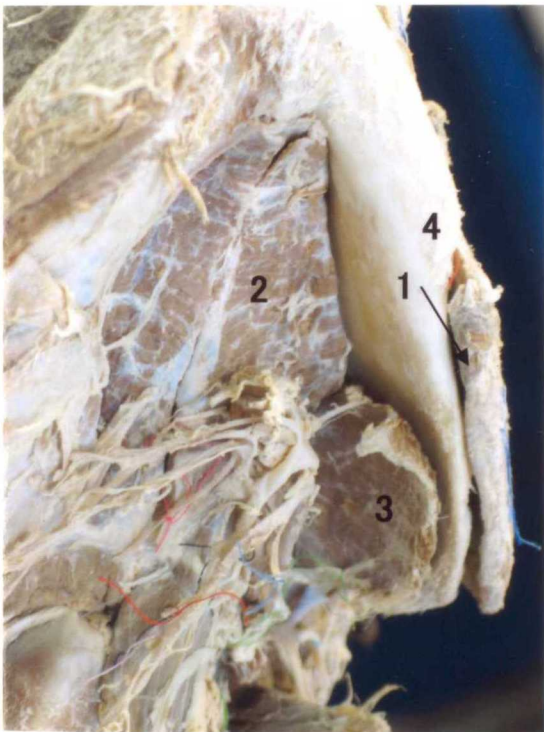


Fig. 3-27 : 頭頸部下面
 喉頭嚢、下顎腺を取り除いた後
 1. 咬筋(浅部) 2. 顎舌骨筋
 3. 内側翼突筋 4. 下顎骨

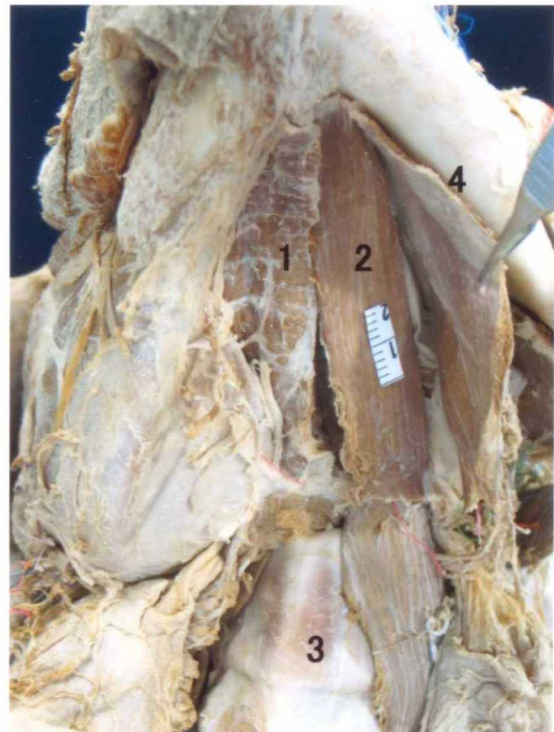


Fig. 3-28 : 頭頸部下面 顎舌骨筋の深層構造
 1. 顎舌骨筋 2. オトガイ舌骨筋
 3. 甲状軟骨 4. 下顎骨

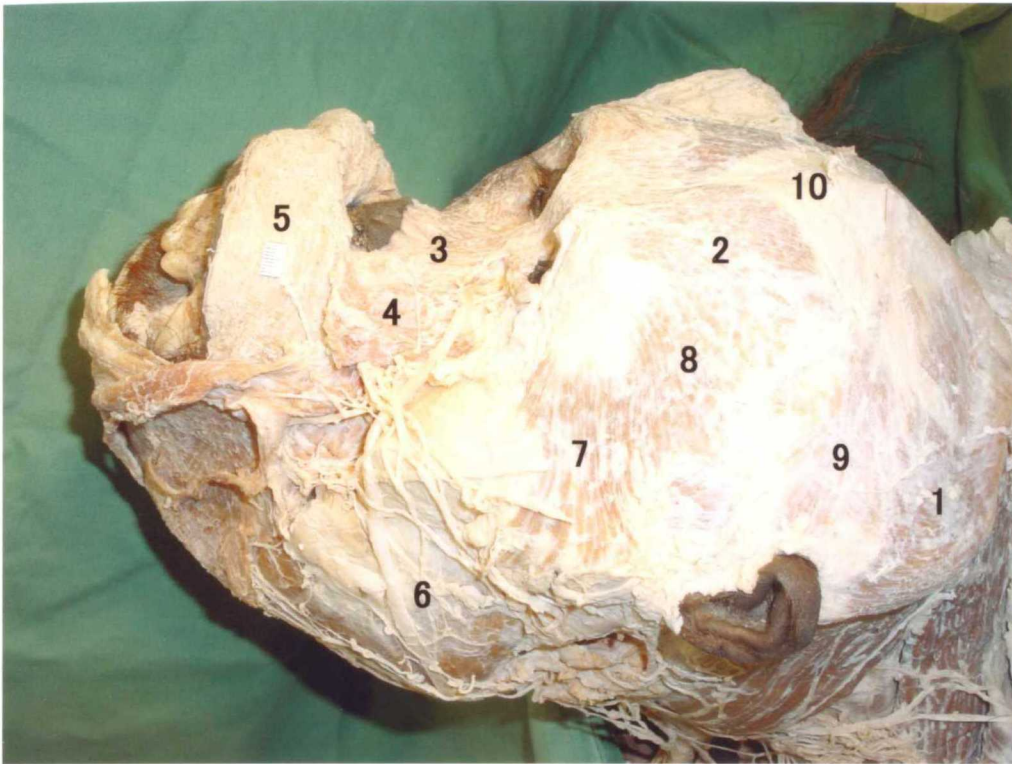


Fig. 3-29 : 頭部左側上面 側頭頭頂筋は三部よりなる。
 1. 後頭筋 2. 前頭筋 3. 鼻唇挙筋 4. 上唇挙筋 5. 口輪筋 6. 咬筋(浅部)
 7. 側頭頭頂筋(側頭部) 8. 側頭頭頂筋(三角部) 9. 側頭頭頂筋(頭頂部)
 10. 帽状腱膜

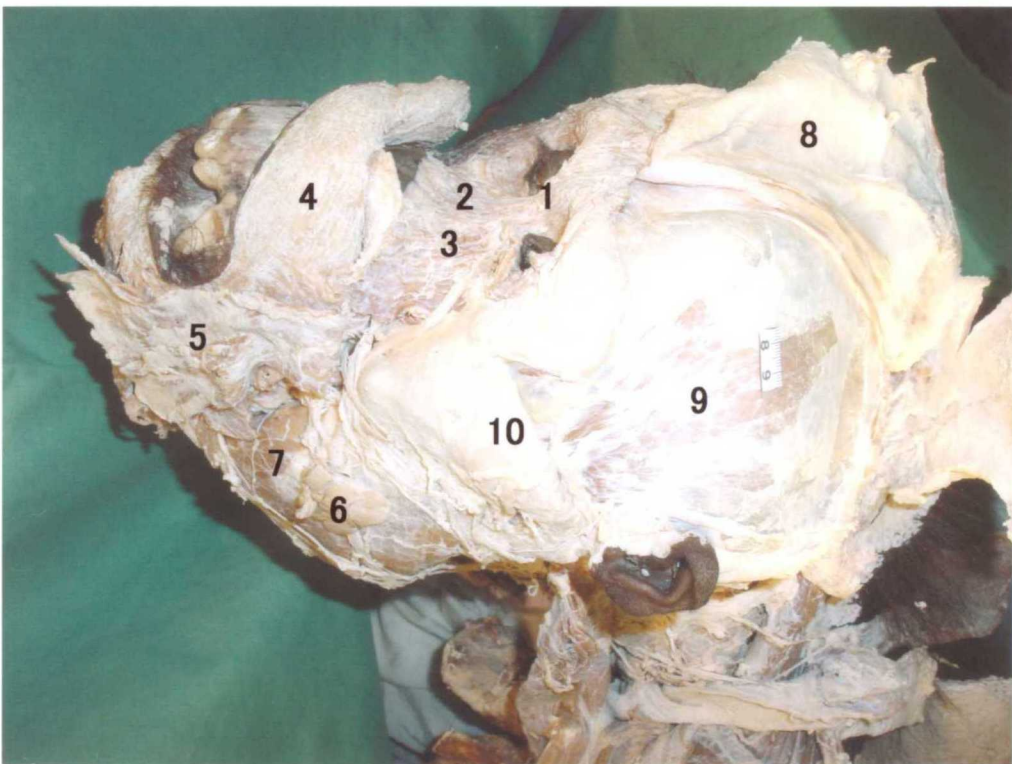


Fig. 3-30 : 頭頸部左側上面 前頭筋、側頭頭頂筋を剥離した深層の構造
 1. 鼻根筋 2. 鼻唇挙筋 3. 上唇挙筋 4. 口輪筋 5. 大頬骨筋 6. 耳下腺
 7. 咬筋(浅部) 8. 前頭筋および側頭頭頂筋 9. 側頭筋 10. 頬骨弓

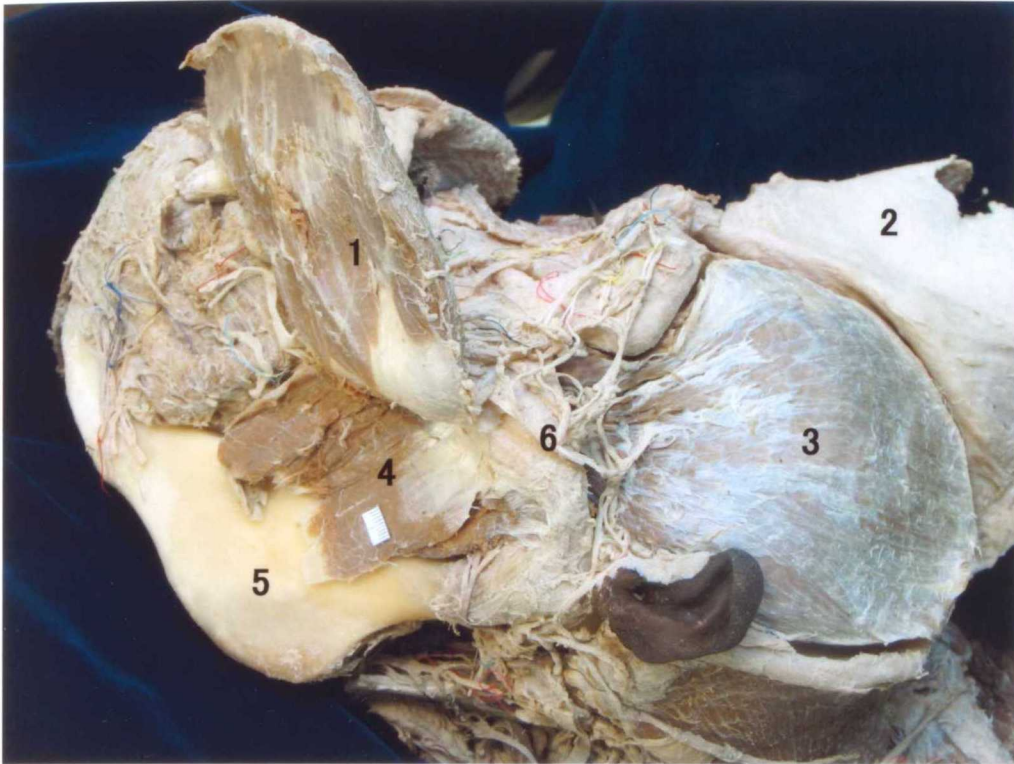


Fig. 3-31 : 頭部左側面 咬筋(浅部)を剥離した深層の構造
 1. 咬筋(浅部) 2. 前頭筋および側頭頭頂筋 3. 側頭筋 4. 咬筋(深部)
 5. 下顎骨 6. 頬骨弓

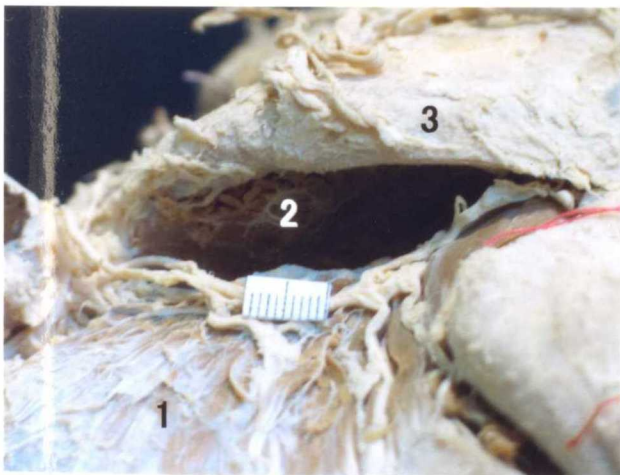


Fig. 3-32 : 頭部左側頭側面 頬骨弓の内側
 1. 側頭筋 2. 外側翼突筋 3. 頬骨弓



Fig. 3-33 : 頭部左側面
 咬筋(深部)を剥離した深層の構造
 1. 頬筋 2. 側頭筋(付着部) 3. 咬筋(深部)
 4. 外側翼突筋 5. 下顎骨

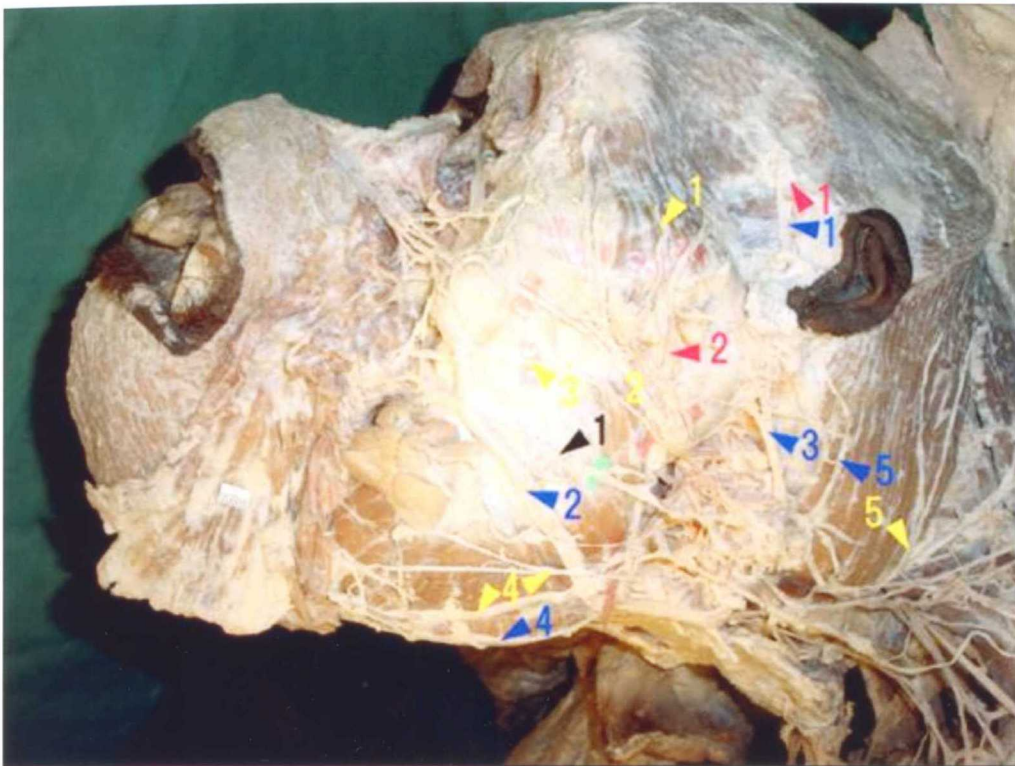


Fig. 3-34 : 頭頸部左側面 脈管および神経

神経枝間にはさらに細い神経によって吻合し、網目状の神経ネットワークが観察された。

顔面神経 1. 側頭枝 2. 頬骨枝 3. 頬筋枝 4. 下顎縁枝 5. 小後頭神経

静脈 1. 浅側頭静脈 2. 顔面静脈 3. 外頸静脈 4. オトガイ下静脈 5. 後頭静脈

動脈 1. 浅側頭動脈 2. 顔面横動脈

1. 耳下腺管

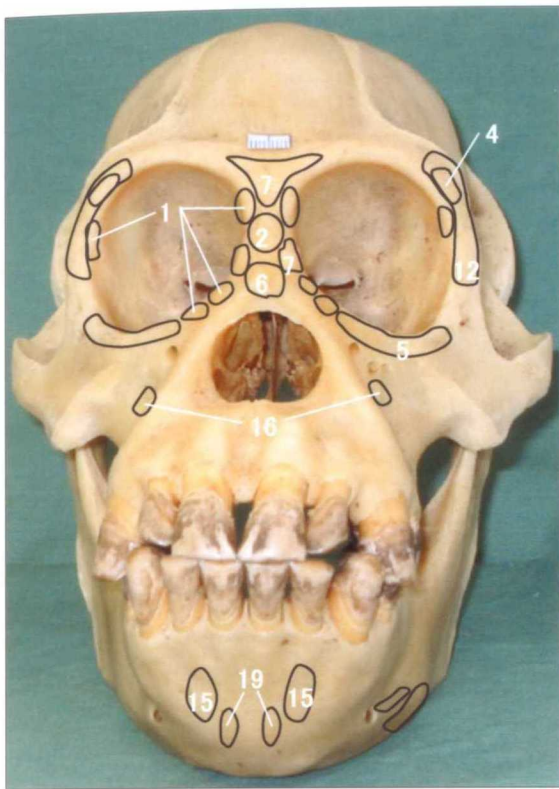


Fig. 3-35 : 頭蓋前面 各筋の付着部



Fig. 3-36 : 頭蓋左前外側面 各筋の付着部

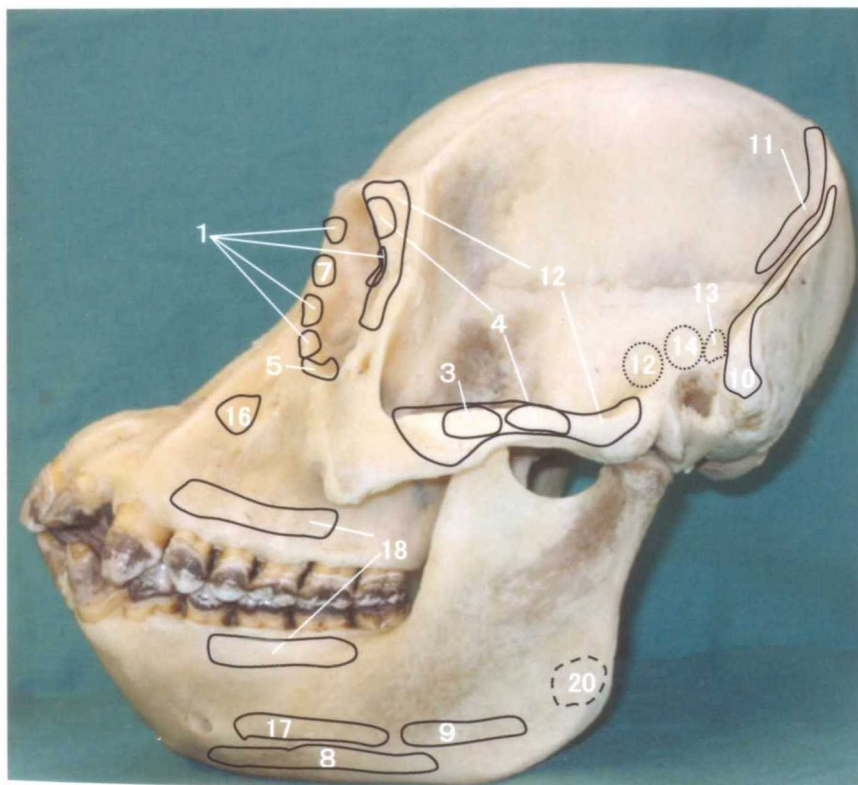


Fig. 3-37 : 頭蓋左側面 各筋の付着部

1. 眼輪筋
2. 鼻根筋
3. 小頬骨筋
4. 大頬骨筋
5. 上唇挙筋
6. 鼻唇挙筋
7. 前頭筋
8. 広頸筋
9. 口角下制筋
10. 胸鎖乳突筋
11. 後頭筋
12. 側頭頭頂筋
13. 後耳介筋
14. 上耳介筋
15. 口輪筋
16. 口角挙筋
17. 下唇下制筋
18. 頬筋
19. オトガイ筋
20. 顎二腹筋

* 口輪筋は付着部の特定が困難だったため、一部のみ記載。

* このオランウータンの頭蓋骨(メス)は、国立科学博物館新宿分館のご好意により撮影させていただいた。

第四章

喉頭嚢についての肉眼解剖学的検討

第一節 緒言

喉頭嚢は、一般にはのど袋や気嚢とも呼ばれる、声帯付近の喉頭室に開口部をもつ嚢状の器官である。水中生活を営む動物や鳥類ではよく発達し、哺乳類では一般に発達が弱いにもかかわらず、ヒトを除く霊長類にはよく発達した喉頭嚢がみられる。その形態は種によってかなり異なり、発声、特に大きな声の生成やロコモーション（移動様式）の進化と関わりがあるとされるものの、その機能は明らかにされていない（葉山, 1970）。

オランウータンは、他の霊長類のものとは比べて非常に大きな喉頭嚢をもち、成獣のオスのものは特によく発達し、胸部にまで広がっている [Figs. 4-1, 2]。この喉頭嚢は、叫び声を発する時に大きく膨み、叫び声を共鳴させる、特に、成獣のオスが縄張り防衛のために遠くまで響きわたる叫び声（ロングコール、長鳴き）を発する時にその効果が大きいとされている。また、その声は 1km 先までとどき、ひとつの地域に住むオランウータンの社会的な調整を図るシグナルとしての働きをもつといわれている。

この叫び声がお互いの空間的な距離保持機能を果たしていることは明らかであると思われる。しかし、ロングコールを行わないメスのオランウータンにおいても、ある程度大きい喉頭嚢が存在する点を考えると、大きな声の生成だけが喉頭嚢の機能ではないようにも思われる。また、近年、同じく非常に大きい喉頭嚢をもつチンパンジーやゴリラにおいて、発声との関わりを疑問視する声も多く聞かれる。チンパンジーでは、喉頭嚢と音声生成能力の成長が一致していないという研究報告もある（西村, 2004 第 20 回霊長類学会）。この研究から、チンパンジーは 18 ヶ月齢くらいからパントフートと呼ばれる特有の声を発するようになるが、その時期に喉頭嚢はまだほとんど成長しておらず、頸部周辺にしか広がっていないことがわかっている。

ゴリラの喉頭嚢については Raven (1950) が比較的詳細に記載しているが、オランウータンの喉頭嚢の構造に関しては Sonntag (1924) が記載しているものの、序論でも述べた通りこの文献は若いメスに関するものであるうえ、記載もその開口部周囲に限定されたわずかなものである。また、広がり方が複雑なため、その形態を容易に理解させる図はなかなかみられない。そこで、喉頭嚢

の機能について考える材料のひとつとして、性成熟に至ったオスのオランウータンの喉頭嚢を肉眼解剖学的に観察し、その広がり方や領域などを精査した。またさらに、3次元的に喉頭嚢の広がりを表す画像を作成し、よりわかりやすく喉頭嚢の形態を示すことを試みた。

第二節 材料と方法

本章では、オスのオランウータン1頭を用いて、肉眼解剖学的に観察を行った。検体入手時にはすでに病理解剖が終了しており、そのため、一部の構造については観察を十分に行うことが難しい状態であった。また、喉頭嚢の広がりを3次元的に表す画像を作成した。

第三節 結果

オランウータンの喉頭嚢は、喉頭の外側壁から左右に独立して起こり、左右で連絡することなく、頸部・胸部・腋窩部・背側部へと広範囲に広がっていた。各々の嚢は複雑に分岐し、筋、骨格ならびにこれらを支配する脈管、神経系を包含する鞘のような形態を示していた [Figs. 4-3~19]。

細かい分岐は以下のものである。

なお、検体の喉頭嚢は、病理解剖の際に一部切除されてしまった部分があったため、イメージ図および3Dモデル画像 [Figs. 4-3, 14~19] 作成に関しては、*The Anatomy of the Gorilla*. (Raven, 1950) におけるゴリラの喉頭嚢の形態を参考にし、頸胸部腹側に広がる領域の一部を断片から推察した。

最初の分岐部（喉頭から出る部分）は、喉頭室から左右に起こり（A : [Figs. 4-3~5, 7, 9, 14~18]）、左右で連絡することなく、顎下（VI : [Figs. 4-5, 14~19]）および胸部へと広がっていた。

鎖骨を境にして、浅層から胸部に広がる部分と、深層からさらに分岐する部分に分かれていた。浅層においては、鎖骨と大胸筋鎖骨部の間（I - ① : [Figs. 4-3, 8, 9, 15~19]）、大胸筋鎖骨部と胸肋部の間（I - ② : [Figs. 4-3, 8, 9, 14~19]）に分岐して伸び、それぞれ盲端となって終わっていた。深層のものは、鎖骨、胸鎖乳突筋、僧帽筋に囲まれる部分（B : [Figs. 4-3, 4, 8, 9, 18, 19]）から伸び、内部で7方向に分岐していた。ひとつは胸鎖乳突筋の背側を通して正中方向に伸び、気管の外側に広がっていた（II : [Figs. 4-3, 14~19]）。背側方向の分岐のうち、肩甲舌骨筋と腕神経叢に囲まれた分岐口（III : [Figs. 4-3, 10, 14~19]）はさらに深層において分岐し、4つの盲端に分かれていた。III - ① [Figs. 4-11, 12, 14~19] は腕神経叢の背側をくぐり、腋窩部に広がっていた。III - ② [Figs. 4-11, 12] は①の途中で分岐し盲端となって終わっていた。III - ③および④ [Figs. 4-11, 12] も盲端となって終わっていた。肩甲舌骨筋より頭側にある分岐口（IV : [Figs. 4-3, 10, 14~19]）はさらに3方向へ分岐し、最終的には盲端となっていた。IV - ① [Fig. 4-13] は僧帽筋と棘上筋の間に伸びていた。

IV - ② [Fig. 4-13] は前胸部へ向かっていた。IV - ③ [Fig. 4-13] は肩甲舌骨筋、肩甲挙筋、棘上筋に囲まれた分岐口から深層に伸び、後斜角筋、肩甲挙筋、菱形筋に囲まれた背側部へと盲端を伸ばしていた。肩甲舌骨筋より腹側で分岐部 (B) より正中に位置する分岐口 (V : [Fig. 4-10]) はすぐに盲端となっていた。残りの3方向はすぐに盲端となって終わっていた。

第四節 考察

今回の検体において、喉頭嚢は、喉頭から両側に独立的に開口し、前頸部、外側頸部、前胸部、腋窩部の筋間に広がり、腋窩神経や、血管系を包含するような形態をとっていた。開口位置、分布野に関しては、葉山氏（1970）の報告と一致した。

喉頭嚢の機能に関しては、様々な議論があるが定説はない。仮説として、空気袋、威嚇器官、保温および保湿装置、ガス交換、水中生活時代の退化器官、肺の二次的補助器官、二次性徴に関連する器官といった説があり、直立二足歩行や、二足歩行による手の歩行からの開放と関連しているとする説もいくつか報告されているが、同時にこれらを否定する諸説も多くある（葉山, 1970）。

この他の仮説として、大きな声を出すための補助装置であるというものがある。共鳴管の途中に喉頭嚢のような空間があると、大きな音声や色々な音声を出すことができるようになるという理論的な考察もなされている。ヒトでは通常、喉頭嚢はみられないが、声楽家など、大きな声を出すヒトに稀に喉頭嚢がみられるという報告もある（西村, 2004 第20回霊長類学会）。

また、別の仮説として、ロコモーションや樹上生活との関係を示唆するものもある。これは、オランウータンなど樹上で生活する霊長類は、不安定な枝から枝へと移動するため、地上よりも慎重に動き、息をこらえ、肩や腰を安定させる必要があり、そのため、息をこらえるのをやめた際、急激に吐き出される呼気流を緩衝させる装置として喉頭嚢が必要であるという説である。これに関連して、霊長類固有の喉頭の気道閉鎖「息こらえ」に注目し、樹上運動との関係から喉頭嚢の機能を考察した報告もある（葉山, 1996）。

このようなことから、オランウータンの大きな喉頭嚢は、ブラキエーション（腕渡り）の際に軟部組織にかかる負荷を和らげるクッションとしての役割や呼気流を緩衝させることで粘膜などを守る装置としての役割をもち、大きな声を生成することよりも、ロコモーションに深く関わっている可能性が高いと考えられた。そう考えた場合、地上に適応し、二足歩行という独自のロコモーションを手に入れたヒトにおいて、喉頭嚢がみられないことも、オスばかりでなくメスのオランウータンにも大きな喉頭嚢が存在することも納得がいく。また

このことは、ブラキエーションへの特殊化がまだ充分でない時期に、ヒト祖先が地上に降りたとされる説にも合致する。しかし、一日の $1/4 \sim 1/3$ を樹上で過ごすチンパンジーや $1/10$ 程度しか樹上で過ごさないゴリラも、オランウータンに類似した大きな喉頭嚢をもつ (Raven, 1950 ; 葉山, 1970 ; Swindler and Wood, 1973)。このチンパンジー、ゴリラ、オランウータンの3種は、大型類人猿として系統学的に比較的近縁に位置するものの、その生息地域、生活様式、移動様式には多くの違いがみられ、喉頭嚢の果たす役割もそれぞれで異なっているように思われる。特にゴリラでは、ドラミング (胸たたき) と喉頭嚢との関係が示唆されている。以上のことから、霊長類は、樹上生活の産物として最も原始的な霊長類が獲得した喉頭嚢をそれぞれの生息環境、移動様式、体の大きさ等に合わせて役割を与えつつ変化させ、その形態をうまく利用しながら進化してきたのではないかと考えた。しかし、この喉頭嚢の機能に関しては、喉頭嚢が退化したヒトも含め、霊長類の生態学的特徴を含めた更なる考察が必要である。

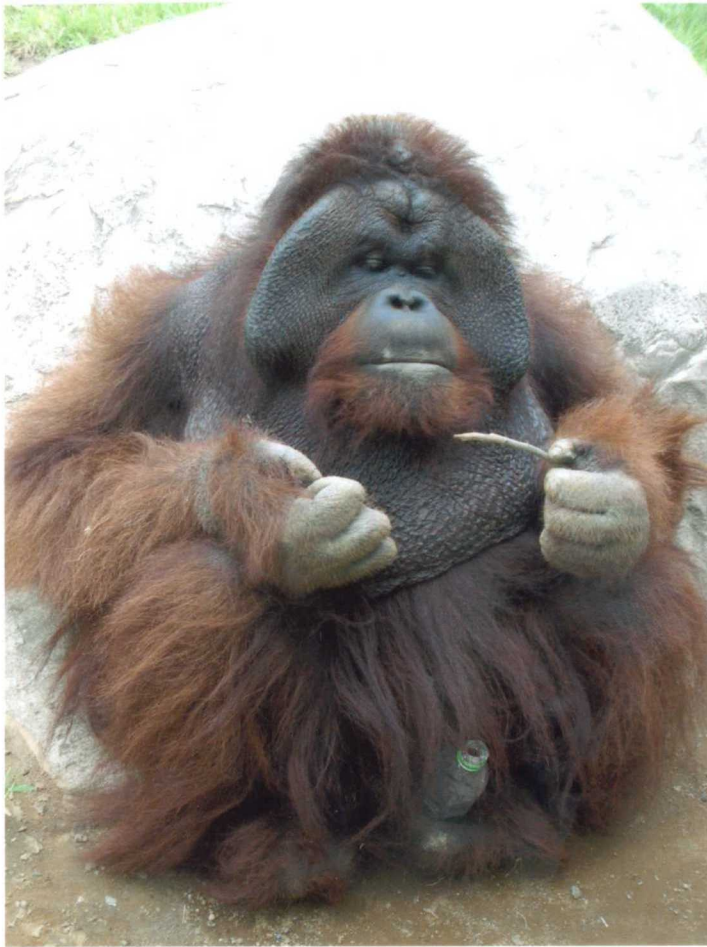


Fig. 4-1 : 喉頭囊(のど袋)の外観

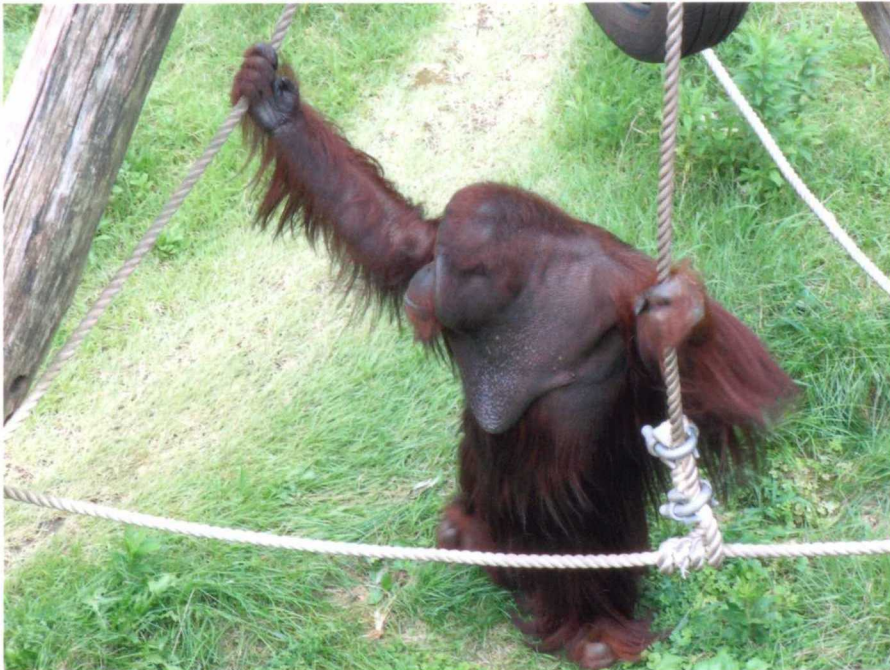


Fig. 4-2 : 喉頭囊(のど袋)の外観

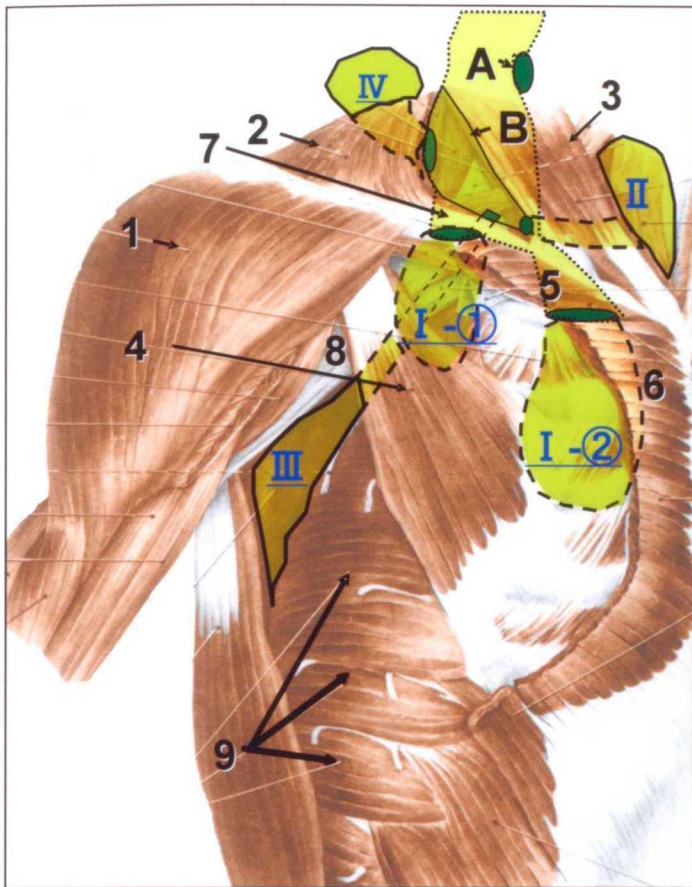


Fig. 4-3 : 喉頭囊右側イメージ図 A. 喉頭囊開口部 B. 分岐部 (I, II, III, IV)
 1. 三角筋 2. 僧帽筋 3. 胸鎖乳突筋 4. 小胸筋 5. 大胸筋 (鎖骨部)
 6. 大胸筋 (胸肋部) 7. 鎖骨 8. 腕神経叢 9. 前鋸筋

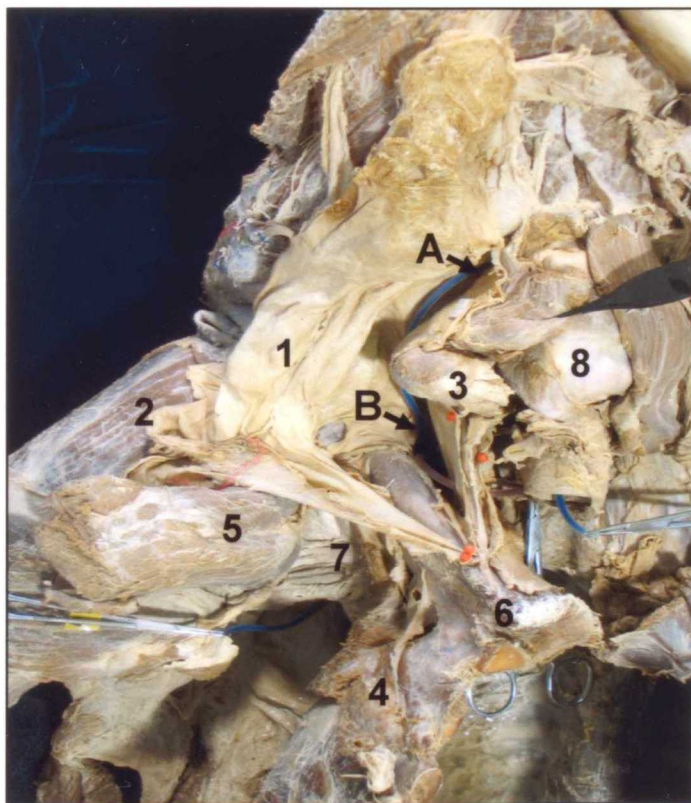


Fig. 4-4 : 喉頭囊右側 A. 喉頭囊開口部 B. 分岐部
 1. 喉頭囊 2. 三角筋 3. 胸鎖乳突筋 4. 小胸筋 5. 大胸筋 (鎖骨部)
 6. 鎖骨 7. 腕神経叢 8. 甲状軟骨

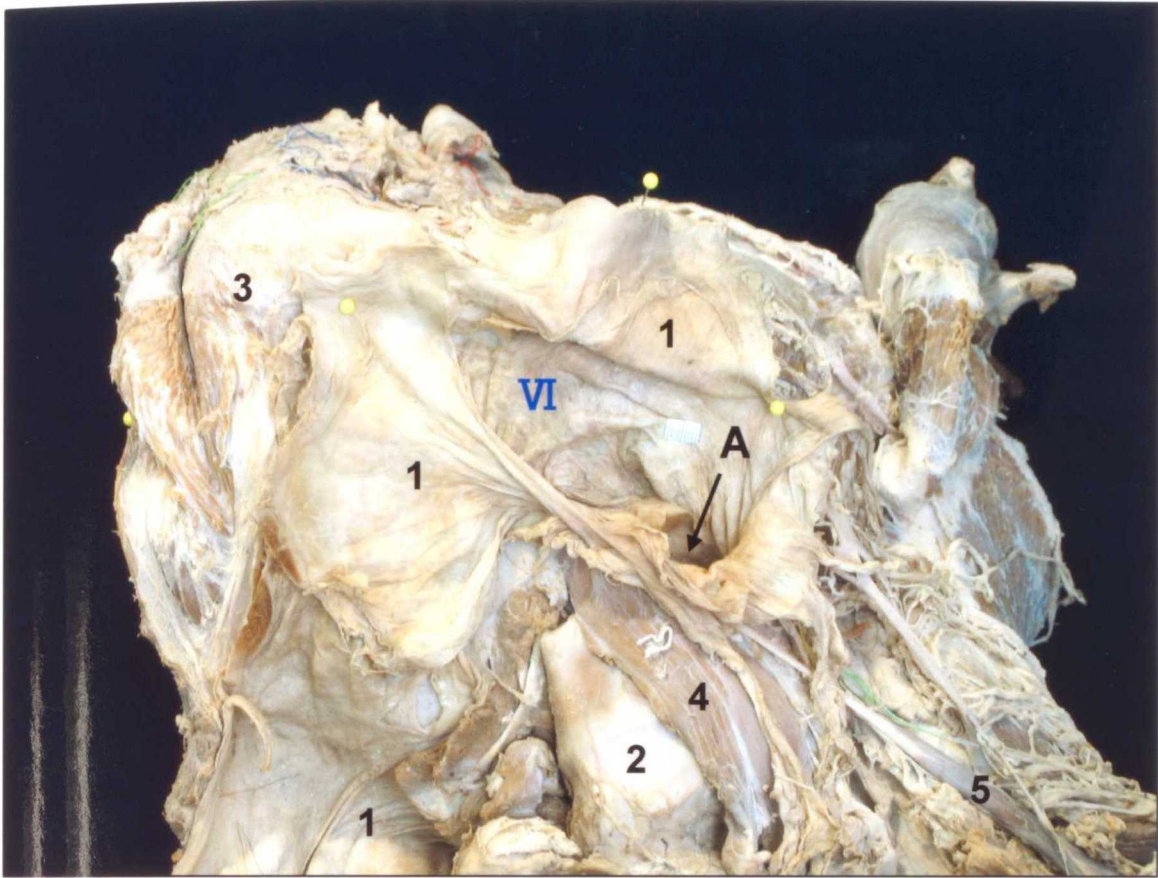


Fig. 4-5 : 頭頸部下面 喉頭嚢開口部Aから出て、顎下に広がる喉頭嚢
 1.喉頭嚢 2.甲状軟骨 3.下顎骨 4.胸骨舌骨筋 5.肩甲舌骨筋

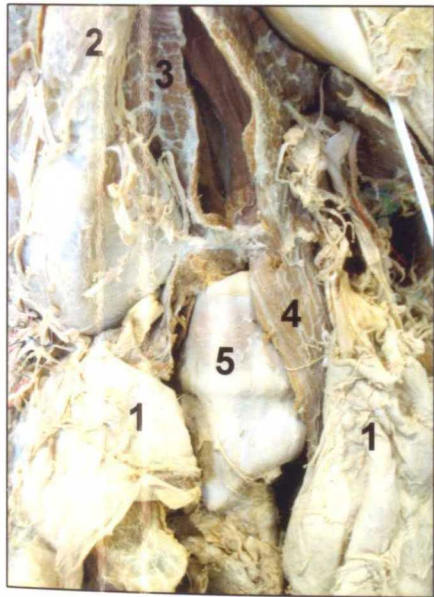


Fig. 4-6 : 頸部前面 喉頭周辺
 1.喉頭嚢 2.下顎骨 3.顎舌骨筋
 4.胸骨舌骨筋 5.甲状軟骨

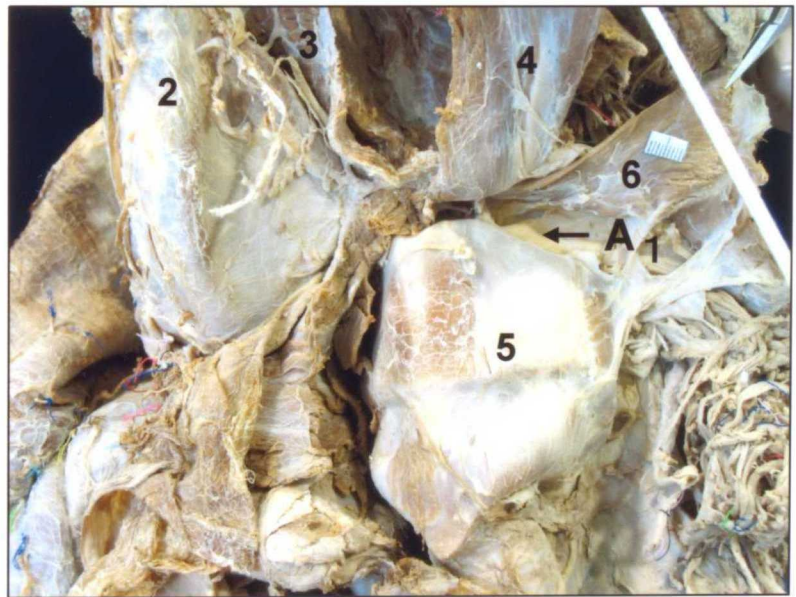


Fig. 4-7 : 頸部前面
 筋を剥離すると喉頭からの開口部が確認できる。
 A. 喉頭開口部 1.喉頭嚢 2.下顎骨 3.顎舌骨筋
 4.胸骨舌骨筋 5.甲状軟骨 6.甲状舌骨筋

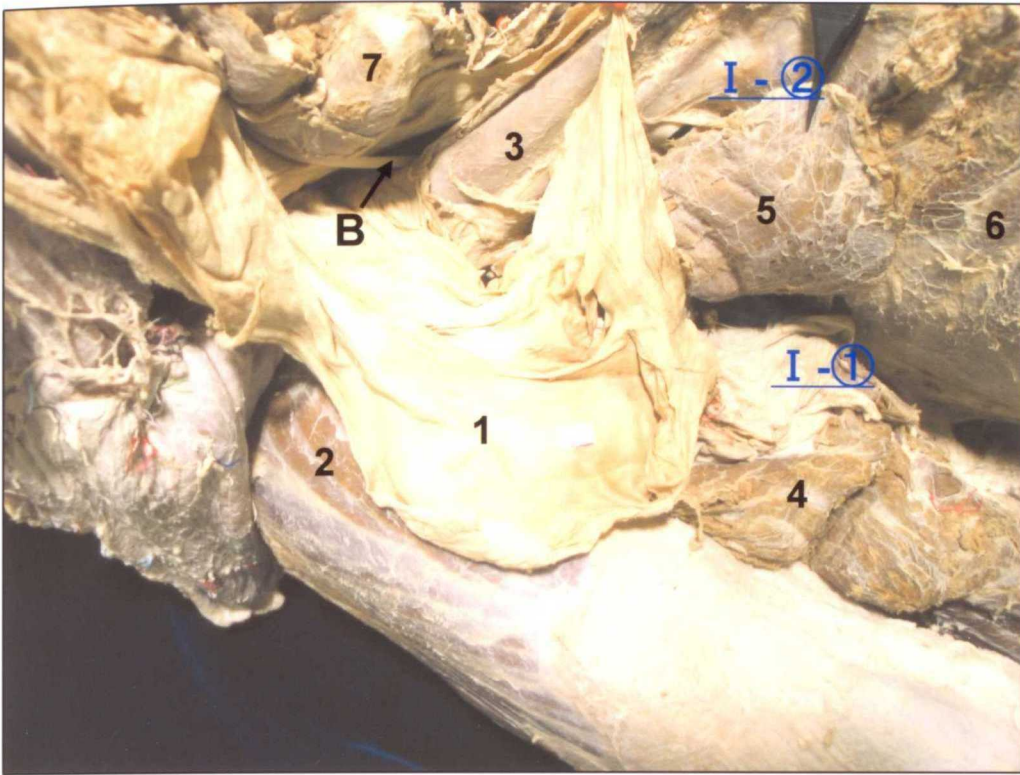


Fig. 4-8 : 喉頭嚢右側 鎖骨より浅層に分岐する I -①および②の喉頭嚢
 B. 分岐部 1.喉頭嚢 2.三角筋 3.鎖骨 4.大胸筋(胸肋部) 5.大胸筋(鎖骨部)
 6.肋骨 7.胸鎖乳突筋

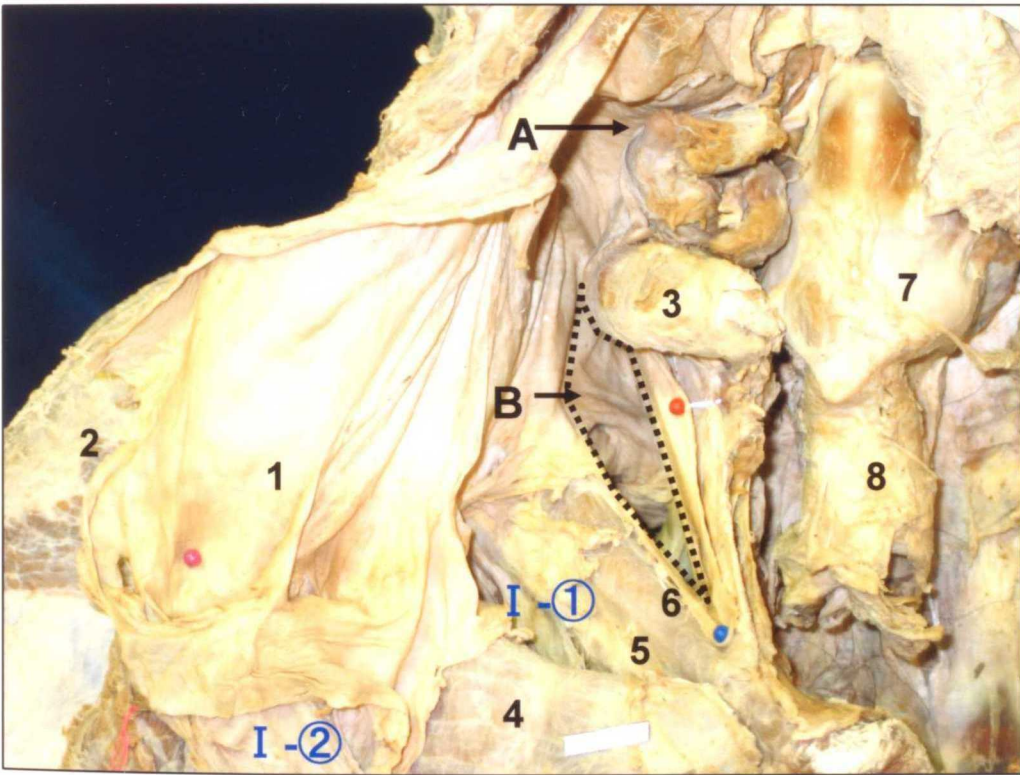


Fig. 4-9 : 喉頭嚢右側 Bの分岐部 内部でさらに7つに分岐している。
 A. 喉頭嚢開口部 B. 分岐部 1.喉頭嚢 2.三角筋 3.胸鎖乳突筋 4.大胸筋(鎖骨部)
 5.鎖骨下筋 6.鎖骨 7.甲状軟骨 8.気管

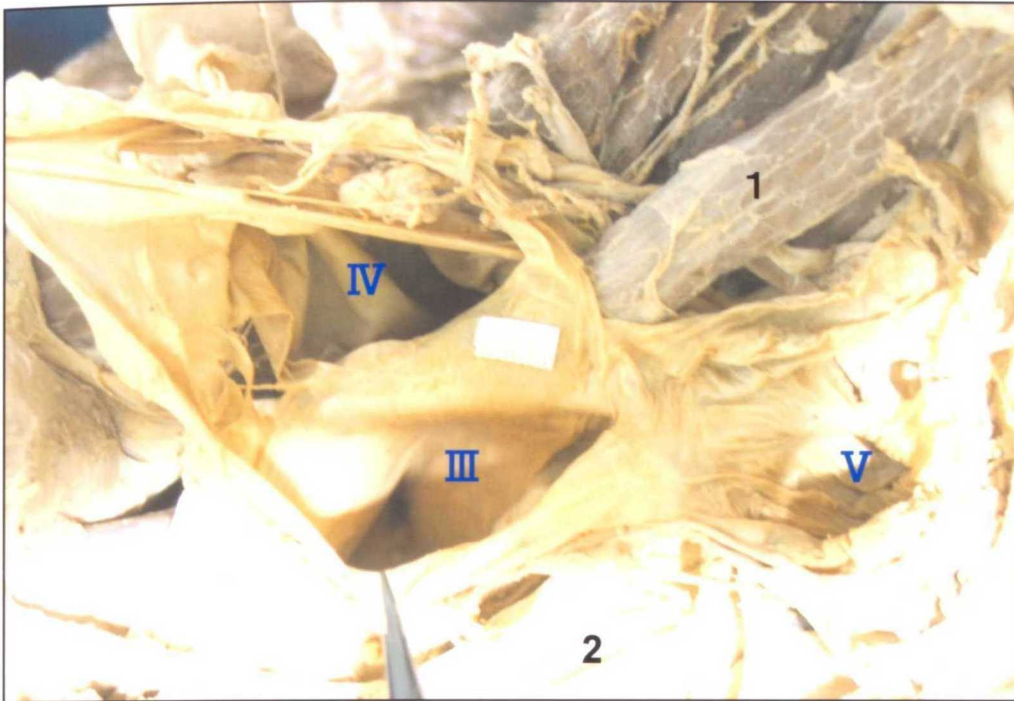


Fig. 4-10 : 腋窩部左側反転像
 分岐部Bの内部で分かれる分岐のうち3つ(Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ)
 1.肩甲舌骨筋 2. 腕神経叢

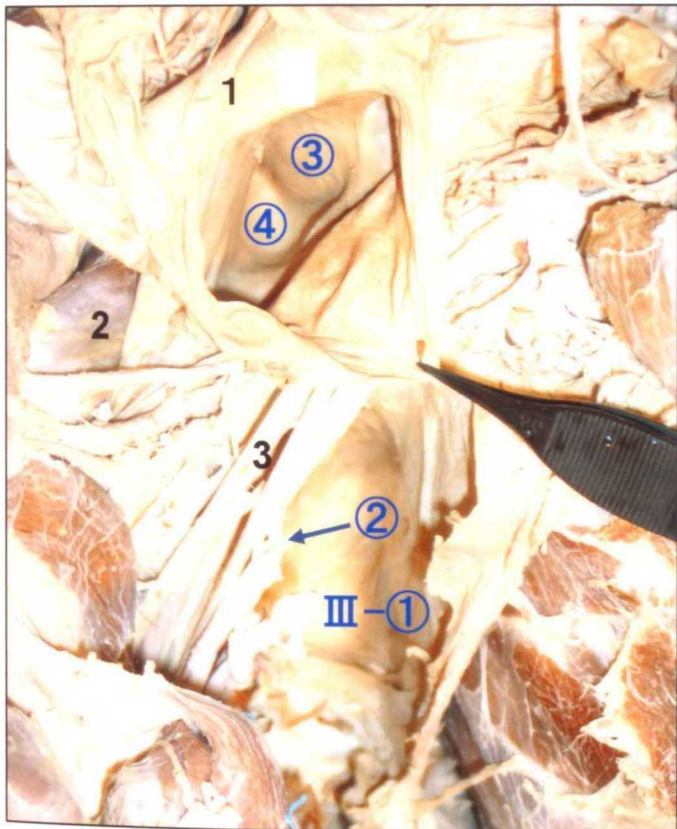


Fig. 4-11 : 腋窩部右側 分岐Ⅲの先の分岐(①~④)
 1.肩甲舌骨筋 2.鎖骨 3.腕神経叢

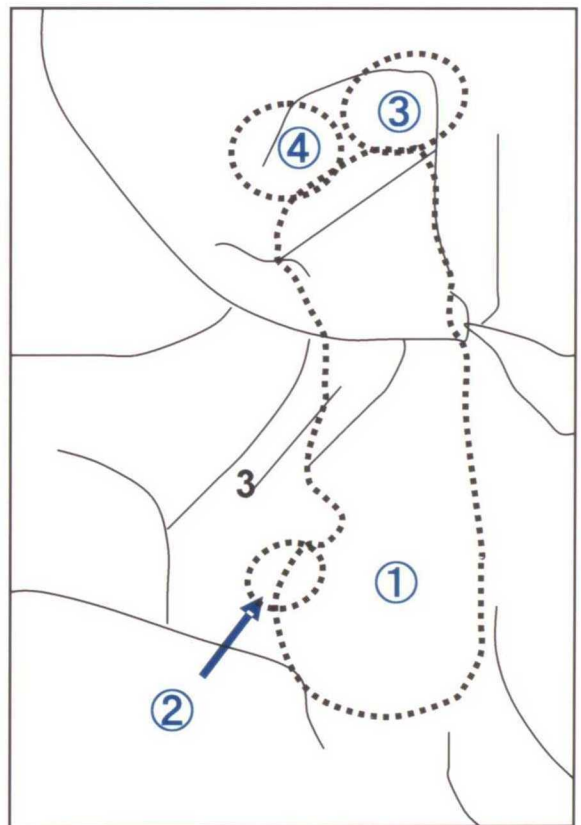


Fig. 4-12: 腋窩部右側 Fig. 4-11の模式図
 分岐Ⅲの先の①~④の分岐を
 模式化した。

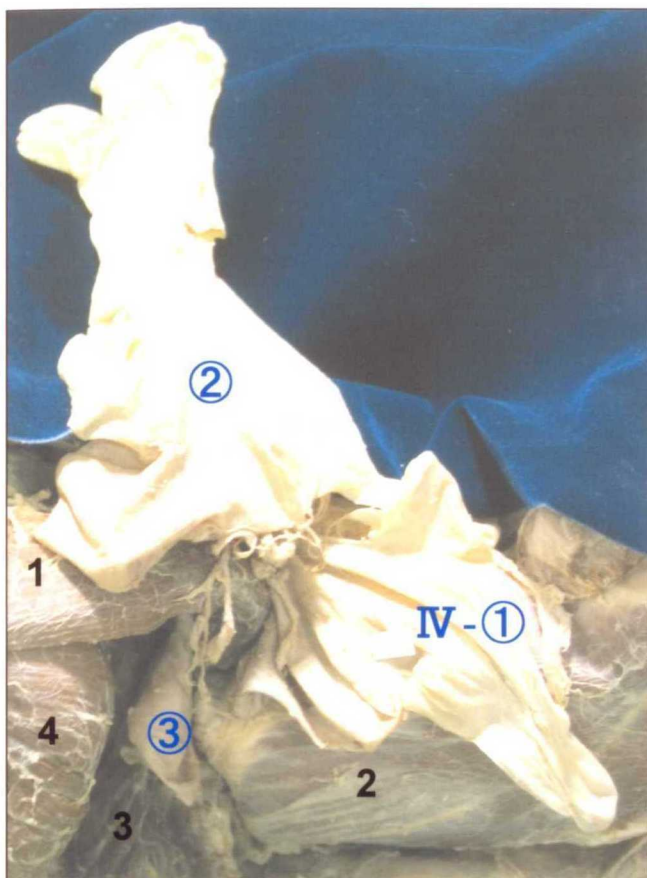


Fig. 4-13 : 喉頭囊左側肩上部 分岐IVの先の分岐(①~③)
1.肩甲挙筋 2.棘上筋 3.菱形筋 4.板状筋

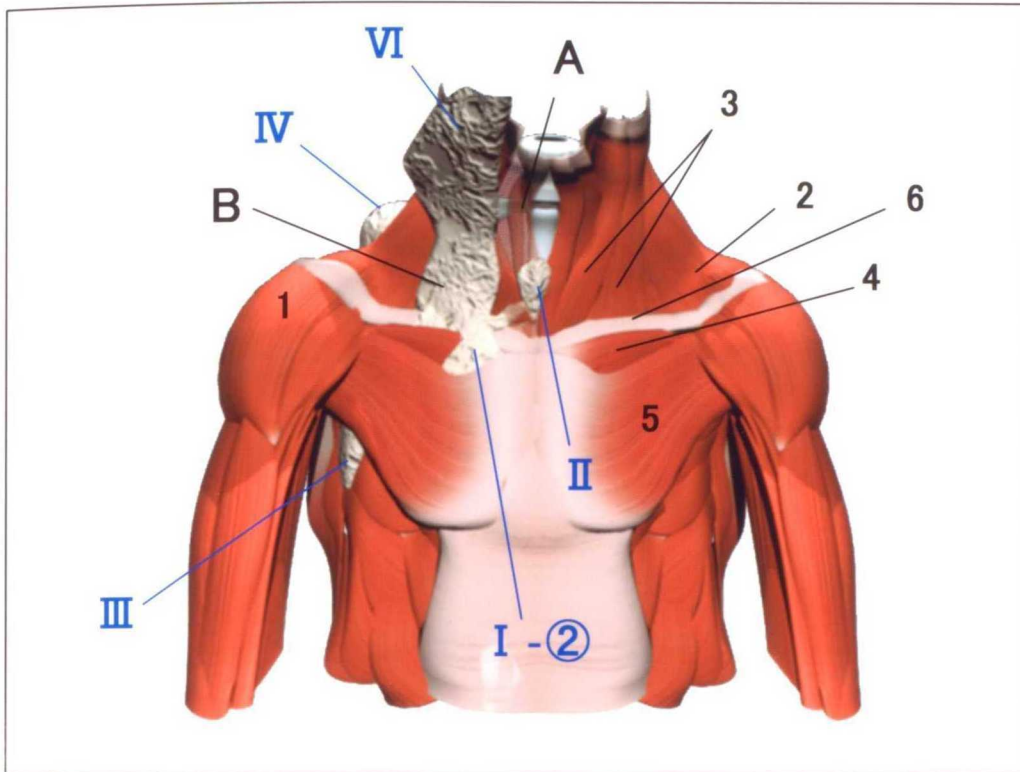


Fig. 4-14 : 喉頭囊3Dモデル画像

A. 喉頭囊開口部 B. 分岐部 (I, II, III, IV) VI. 顎下へ広がる領域
 1. 三角筋 2. 僧帽筋 3. 胸鎖乳突筋 4. 大胸筋 (鎖骨部) 5. 大胸筋 (胸肋部) 6. 鎖骨

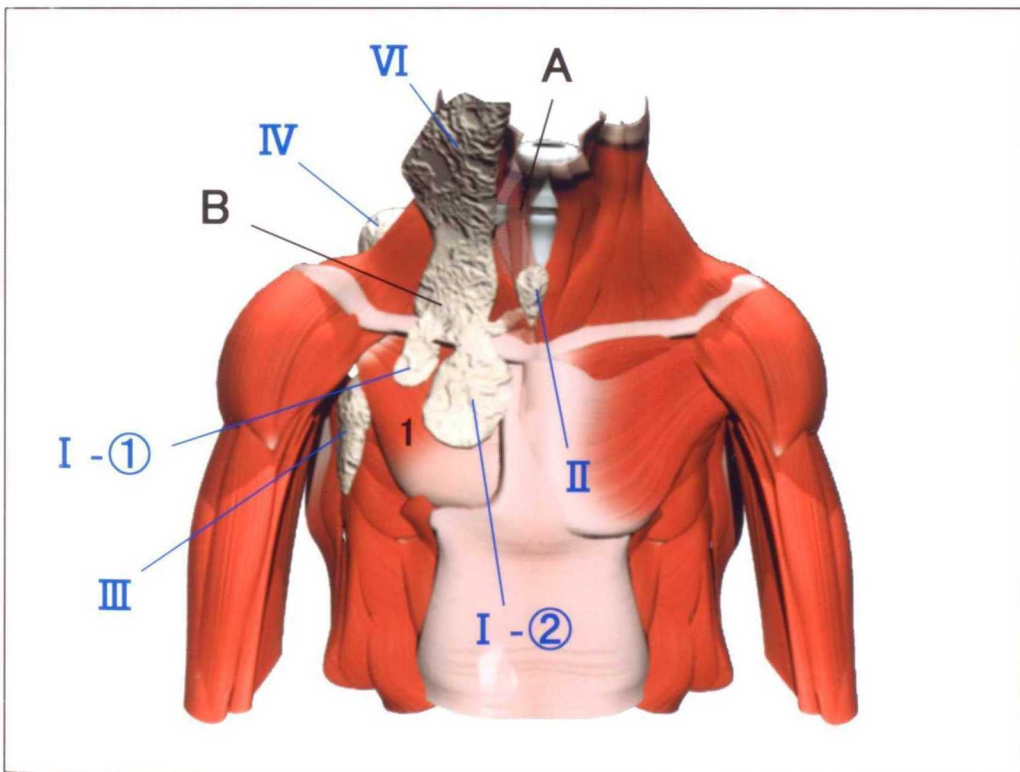


Fig. 4-15 : 喉頭囊3Dモデル画像 Fig. 4-14から大胸筋・鎖骨部、胸肋部を除去

A. 喉頭囊開口部 B. 分岐部 (I, II, III, IV) VI. 顎下へ広がる領域
 1. 小胸筋

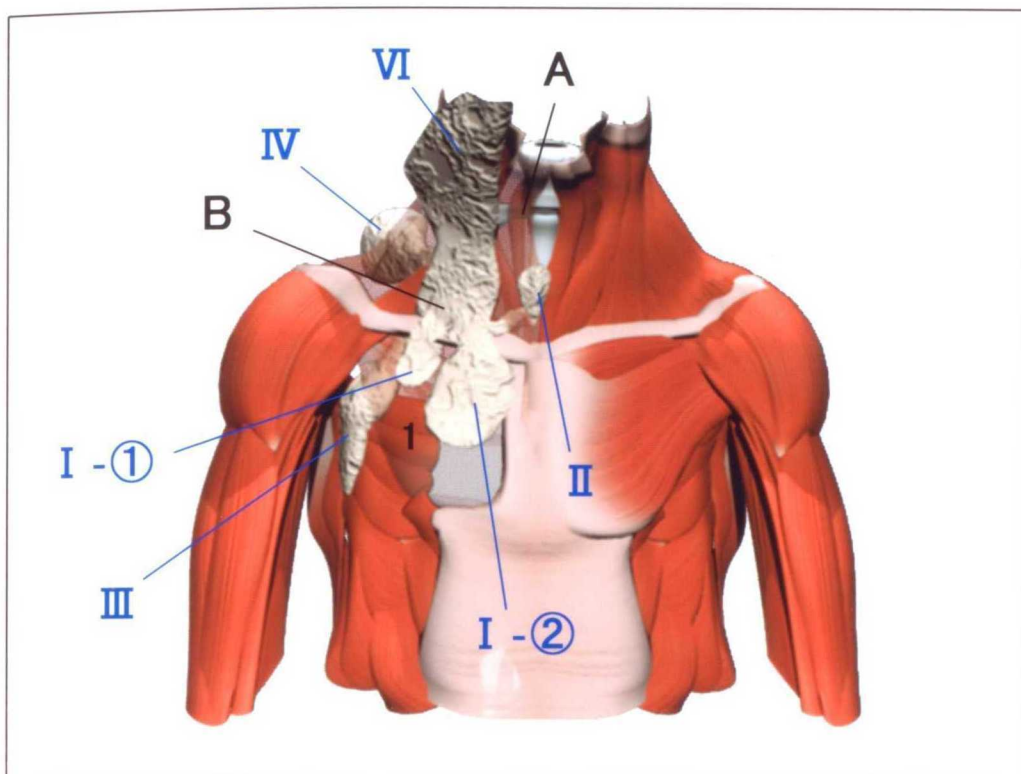


Fig. 4-16 : 喉頭嚢3Dモデル画像 Fig. 4-15から小胸筋および僧帽筋を除去
 A. 喉頭嚢開口部 B. 分岐部 (I, II, III, IV) VI. 顎下へ広がる領域
 1. 前鋸筋

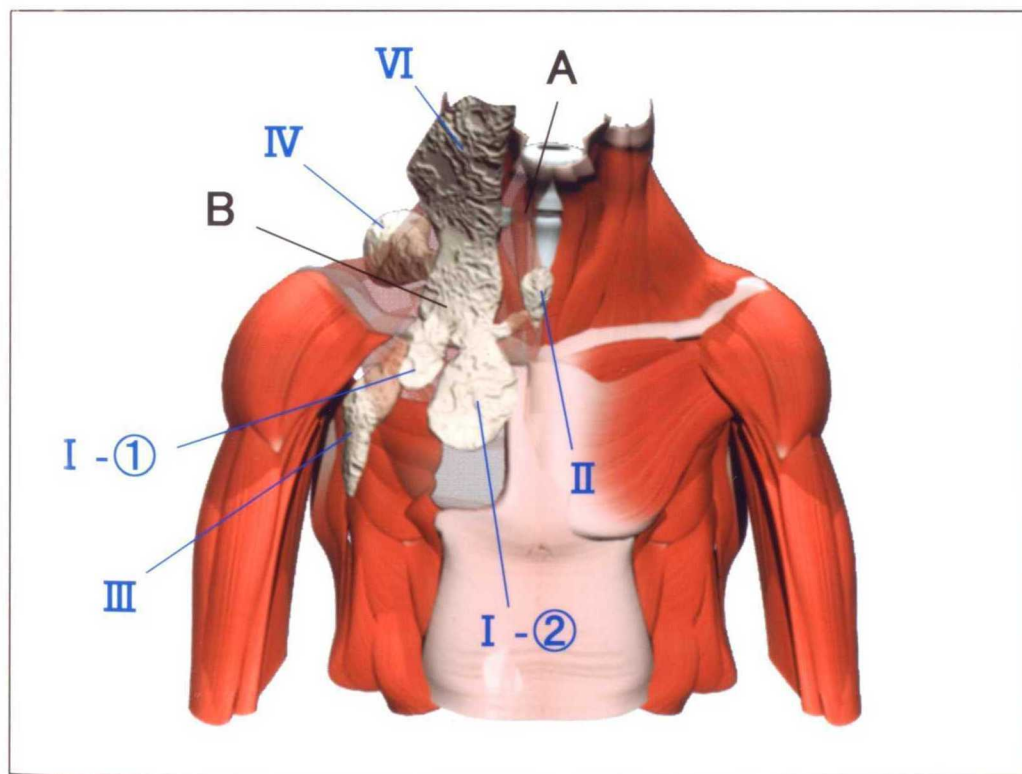


Fig. 4-17 : 喉頭嚢3Dモデル画像 Fig. 4-16から鎖骨を除去
 A. 喉頭嚢開口部 B. 分岐部 (I, II, III, IV) VI. 顎下へ広がる領域

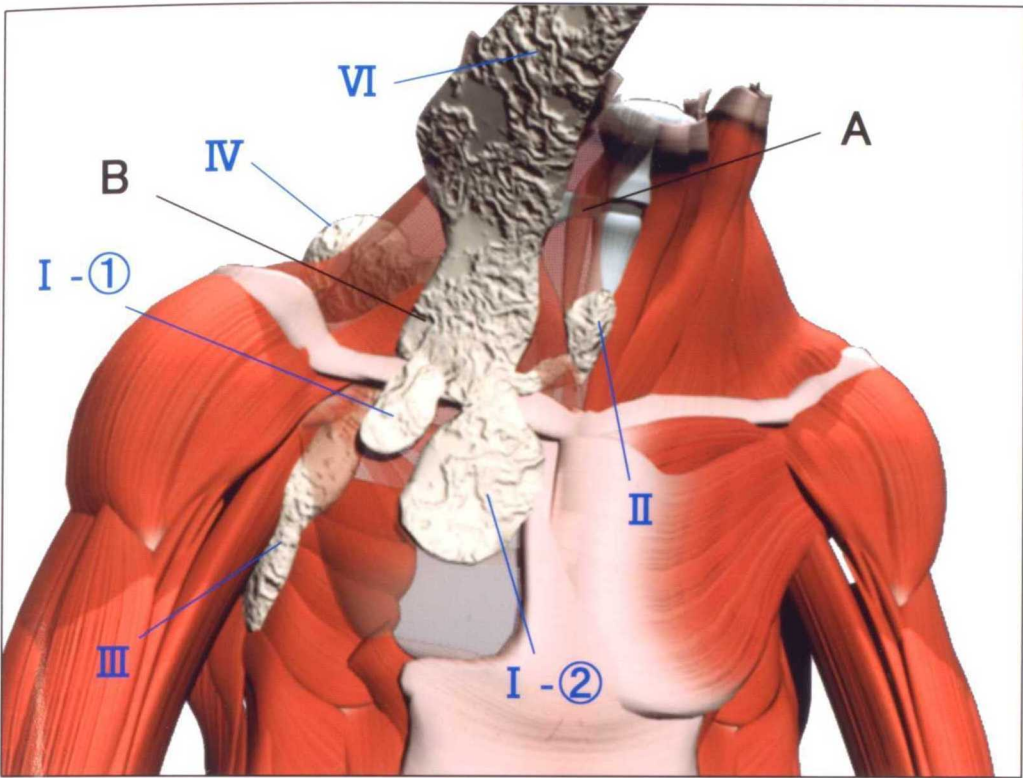


Fig. 4-18 : 喉頭嚢3Dモデル画像 Fig. 4-16を右下から見た図
 A. 喉頭嚢開口部 B. 分岐部(Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ) VI. 顎下へ広がる領域

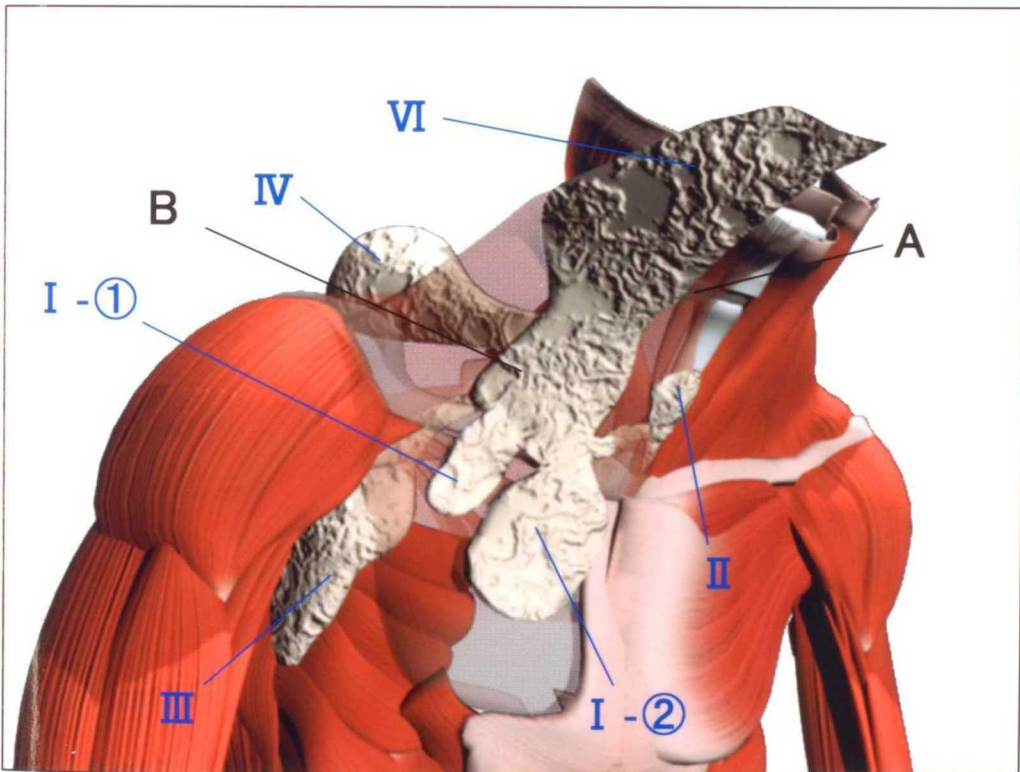


Fig. 4-19 : 喉頭嚢3Dモデル画像 Fig. 4-17を右側から見た図
 A. 喉頭嚢開口部 B. 分岐部(Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ) VI. 顎下へ広がる領域

第五章

頸部・環椎鎖骨筋についての比較解剖学的検討

第一節 緒言

環椎鎖骨筋／鎖骨挙筋 (*M.atlantoclavicularis*／*Levator claviculae* : 以下 MAC とする) は、霊長類にみられる頸部の筋である。ヒトには存在せず、これまでその存在は報告されているものの、その作用については明確に報告されていない。

類人猿の文献においては、MAC に関する記載がないもの (Sonntag, 1924 ; Swindler and Wood, 1973) と記載のあるもの (Miller, 1932 ; Raven, 1950 ; Andrews and Groves, 1976) があり、記載のあるものの中でも、この筋の名称は、*M.atlantoclavicularis* (Raven, 1950)、*Levator claviculae* (Andrews and Groves, 1976)、*Omocervicalis* (Miller, 1932) 等、まちまちである。また、MAC の作用を明確に記載した文献はなく、*Levator claviculae*=鎖骨挙筋という命名 (Miller, 1932 ; Andrews and Groves, 1976) から、作用として鎖骨の挙上を考えたことが推察される。

そこで、MAC が存在する種を明らかにし、何故 MAC が存在するのかを考察するため、ヒト、類人猿 (チンパンジー・ゴリラ・オランウータン・テナガザル)、旧世界猿、新世界猿、原猿類、四足歩行動物 (イヌ) の頸部の筋について比較を行った。また、オランウータン等の霊長類は特殊な移動様式であるブラキエーション (腕渡り) を行うことから、各動物の移動様式と MAC の存在が関連するのではないかと考え、移動様式 (ロコモーション) や生活空間、体重の比較も行った。加えて、MAC の定量的記録と組織学的検索も行った。

第二節 材料と方法

本章では、オランウータン（オス1頭）およびチンパンジー（オス1頭）を用いて、肉眼解剖学的に観察を行った。それ以外の種については、文献を用いて環椎に付着する筋および鎖骨に付着する筋について起始・停止と神経支配を比較した。また、組織標本はエタノール固定組織をパラフィン包埋し、4 μ mに薄切したものを使用し、ヘマトキシリン-エオジン（HE）染色、クリューバー・バレラ（KB）染色、アザン染色を行った。HE染色標本では、MACの横断面全体を（合計37部位）観察した。

第三節 結果

肉眼解剖学的観察の結果、オランウータン、チンパンジーには共に MAC が認められ、環椎横突起前部から起こり鎖骨肩峰端に停止していた。神経支配は第三頸神経筋枝 (C3) であった。本筋は、頭側から尾側に向かうにつれて幅を増し、背腹方向に扁平な形状をしていた。オランウータンにおいて、その縦軸の長さは約 16 cm で、環椎付着部での幅は 1 cm、厚さが 1 cm であり、鎖骨付着部では幅約 8 cm、厚さ 1.4 cm であった。重さは 45g であった。[Table. 5-1 および Figs. 5-1, 2]

これらの結果と文献データから、前環椎肩甲筋 (M. atlantoscapularis anterior : 環椎横突起から起こり、肩峰に停止する。以下 MASa とする)、後環椎肩甲筋 (M. atlantoscapularis posterior : 環椎横突起から起こり、肩甲骨正中縁に停止する。以下 MASp とする) および MAC の有無、MASa の停止部位、さらに各種のロコモーションと生活空間についての比較を行ったところ、環椎横突起から起こり鎖骨に停止する筋は、類人猿とクモザル、アイアイにのみ存在が認められた [Table. 5-2]。ただし、Table. 5-2 において、類人猿のうち、チンパンジーとゴリラは地上を移動することの方が多いが、かつては樹上性で、解剖学的構造は樹上生活にも適しており、全くブラキエーションを行わないというわけではないので、今回はロコモーションをブラキエーションとして分類した。

上記の環椎、肩甲骨、鎖骨周辺筋の有無をパターンに分類すると、①ヒト型 : MASp のみが存在 (ヒト)、②類人猿型 : MAC、MASp が存在 (類人猿、クモザル、アイアイ)、③サル型 : MASa、MASp が存在 (類人猿型以外の霊長類、原猿類)、④イヌ型 : MASa のみが存在 (四足歩行動物) [Fig. 5-3] となった。また、サル型において MASa の停止部位は必ずしも肩峰に限定されておらず、肩峰鎖骨関節上という、MAC にごく近い停止部位のものもみられた [Fig. 5-4]。

組織学的に MAC と胸鎖乳突筋、大胸筋の横断面を比較したところ、MAC において、全体的に筋線維の断面積が大きい傾向がみられた。また、MAC には円形を呈し特に面積の大きい筋線維が認められた [Fig. 5-5・A]。これに対し、胸鎖乳突筋や大胸筋においては、多角形で細い筋線維が大部分を占めていた [Figs.

5-6, 7]。クリューバー・バレラ染色を行った結果、MAC の筋束間に有髄神経線維束が存在することが確認された。また、この神経束周囲には、神経を栄養する血管が存在していた [Fig. 5-8]。

第四節 考察

比較の結果、MASa の停止部位は種によって肩甲棘から肩峰を経て鎖骨肩峰端までの部位に分布することが明らかとなった。また、MAC をもつ種は樹上性が強い傾向があり、類人猿では全種に MAC が認められた。しかし、樹上性が強い種が必ず MAC をもつとは限らなかった。また、MAC の停止部位は、樹上性の強い種ほど鎖骨に近くなる傾向が見られた。ゴリラにおいては、MAC の腱が MASp に合流していた (Raven, 1950)。以上のことより、MAC は樹上生活に適応する過程で MASa の停止部位が変化したものであると考えられた。

MAC の存在する要因は、類人猿にみられる系統的なものと、クモザルなどの樹上生活者にみられる機能的なものである可能性が考えられた。ただし、何故樹上生活者の中でも特にクモザルとアイアイに MAC がみられるのかについては解明するに至らなかった。

肉眼的な大きさや重さ、それに組織学的な所見から、オランウータンの MAC は、痕跡的な筋ではなく機能的な筋であると思われた。MAC には、円形で断面積の大きい筋線維が多くみられることが確認されたが、これは、直径の大きさから II 型筋線維 (白筋線維) に相当すると思われた。これが II 型筋線維であるとする、MAC の収縮様式は等尺性よりも等張性が強いと推測できる。

以上のことと付着部位から考えて、MAC の収縮は、左右の上肢帯を挙上する、あるいは頭部を腹側に牽引するように作用することが推察された。また、片方のみが働く場合では、上肢帯を片方のみ挙上する、頭部を鎖骨方向に傾けるといった作用が考えられた。MAC が先人により鎖骨挙筋と名づけられている (Miller, 1932 ; Andrews and Groves, 1976) ことを考えても、上肢帯の挙上は MAC の主要な機能であると考えられた。

しかし、MAC の作用が上肢帯を挙上することだけであれば、付着部位は肩甲骨でも問題ないはずである。では、何故、類人猿などで広く MAC が発達したのか疑問が残る。

ブラキエーションという特殊なロコモーション様式をもつ類人猿に MAC が存在するということから、MAC が存在するとブラキエーションの際に運動力学的に効率が良いのではないかということも推測できる。しかし、実際の筋運動

は周辺の筋群が同調・拮抗して調和するものであり、MACの存在のみで運動が劇的に変わるとは考えにくい。そこで、MACには頭頸部を安定させる作用があるのではないかと考えた。前述したように、MACは樹上生活と関連していると考えられたが、立体空間の中を移動する樹上性動物は、平面上を移動する地上性動物と比較した場合、頭部の平衡を3次元的に維持する必要がある。特に、類人猿のブラキエーションは、枝を掴んだ手を支点にした振り子運動で前方に進行するため、頭頸部を安定させることが重要であろう。また、類人猿は他の霊長類に比べ体重が重く [Table. 5-2]、頭蓋も重い。このこともMACが存在する一因ではないかと思われた。

このような考察をさらに深めるために、肩関節周辺筋群の定量的比較や、筋電学的検証が必要であると考えられる。MACが存在する動物と存在しない動物、またはMACが発達している動物とMACをあまり使用しない生活をしている動物(飼育下の動物など)との間で、各筋の重量・サイズ等の計測を行うことで、MAC周辺筋の力学的バランスを推察することができる。また、筋電学的手法によって運動時のMACの収縮をモニタリングすることが可能であれば、MACの機能がダイレクトに解明されるであろう。こういった研究の中で、クモザル・アイアイにMACが存在する理由も明かされていくと思われる。

また、今回の研究ではMACにみられた円形の大型筋線維の種類を特定するには至らなかった。今後、免疫組織化学染色等を用いて筋線維の種類を特定する必要がある。加えて、筋線維の直径が大きいことがMACに特有なものであるのか、他の部位の骨格筋やチンパンジー等の他種の筋も同様に比較し、MACの組織構造についてより深く究明していくことも重要である。

Table. 5-1 オランウータンMACサイズ計測結果

	腹側半径 (c m)	背側半径 (c m)	周径 (c m)
鎖骨付着部より 0 c m	7.6	7.5	15.1
1 c m	6.0	6.0	12.0
2 c m	5.6	5.7	11.3
3 c m	4.5	5.2	9.7
4 c m	4.1	4.8	8.9
5 c m	4.2	4.5	8.7
6 c m	4.4	4.0	8.4
7 c m	4.7	4.0	8.7
8 c m	4.5	3.8	8.3
9 c m	4.3	3.5	7.8
10 c m	3.7	3.7	7.4
11 c m	3.9	3.5	7.4
12 c m	4.0	3.1	7.1
13 c m	3.0	2.5	5.5
14 c m	1.5	1.3	2.8
15 c m	1.0	1.0	2.0

Table. 5-2 頸部の筋・ロコモーション・生活空間・体重比較表

分類	MAC	MASa	MASp	MASaの停止部位			ロコモーション	生活空間		体重
				鎖骨肩峰端	肩峰and/or鎖骨	肩峰/肩甲棘		樹上	地上	
ヒト			○				2足歩行		○	60
チンパンジー	○		○	○			ブラキエーション	○	○	34~50
ゴリラ	○		○	○				○	○	90~180
オランウータン	○		○	○				○		37~70
テナガザル	○		○	○				○		4~10
ヒヒ		○	○			○	登攀動作/地上走行		○	14~25
マカク(ニホンザル)		○	○			○		○	○	8~15
マカク(アカガザル)		○	○			○		○	○	4~11
クモザル	○		○	○		○	尾を用いたアームスウィング	○		7
ウーリークモザル		○	○			○		○		?
ホエザル		○	○		○		登攀・跳躍・枝上走行・歩行	○		7~8
オマキザル		○	○		○			○		3~4
マーモセット		○	○		○			○		0.12~0.24
メガネザル		○	○		○			○	○	0.86~0.14
アイアイ	○		○	○			跳躍・ホッピング	○		3
インドリ								○	○	6~7
ガラゴ		○	○		○		登攀	○		0.1~1.8
ロリス		○	○		○			○		0.2~0.6
イヌ		○							○	2~40

* Table. 5-2の作成にあたり、以下の文献を引用した。ただし、チンパンジーおよびオランウータンの頸部の筋に関しては、今回の観察結果である。
 頸部の筋: Andrews & Groves (1976), 藤田 (1993), Hill (1953), 加藤 (1995), 牧田 (1992), Miller (1932), Raven (1950), Sonntag (1924), Swindler & Wood (1973)
 ロコモーション: Napier & Napier (1987) 生活空間・体重: 杉山ら (1996)

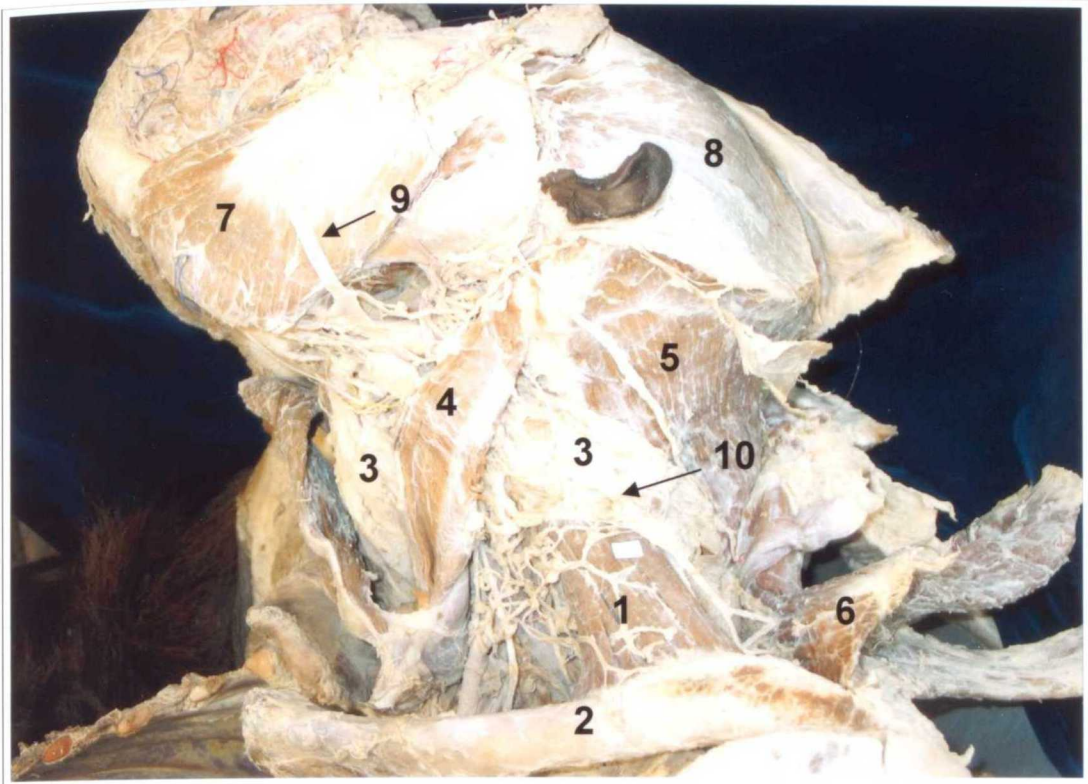


Fig. 5-1 : オランウータン頭頸部左側面 左MACの全景
頭側部は喉頭囊により覆われる。

1. MAC 2. 鎖骨 3. 喉頭囊 4. 胸鎖乳突筋 5. 板状筋 6. 僧帽筋
7. 咬筋 8. 側頭筋 9. 顔面静脈 10. 副神経

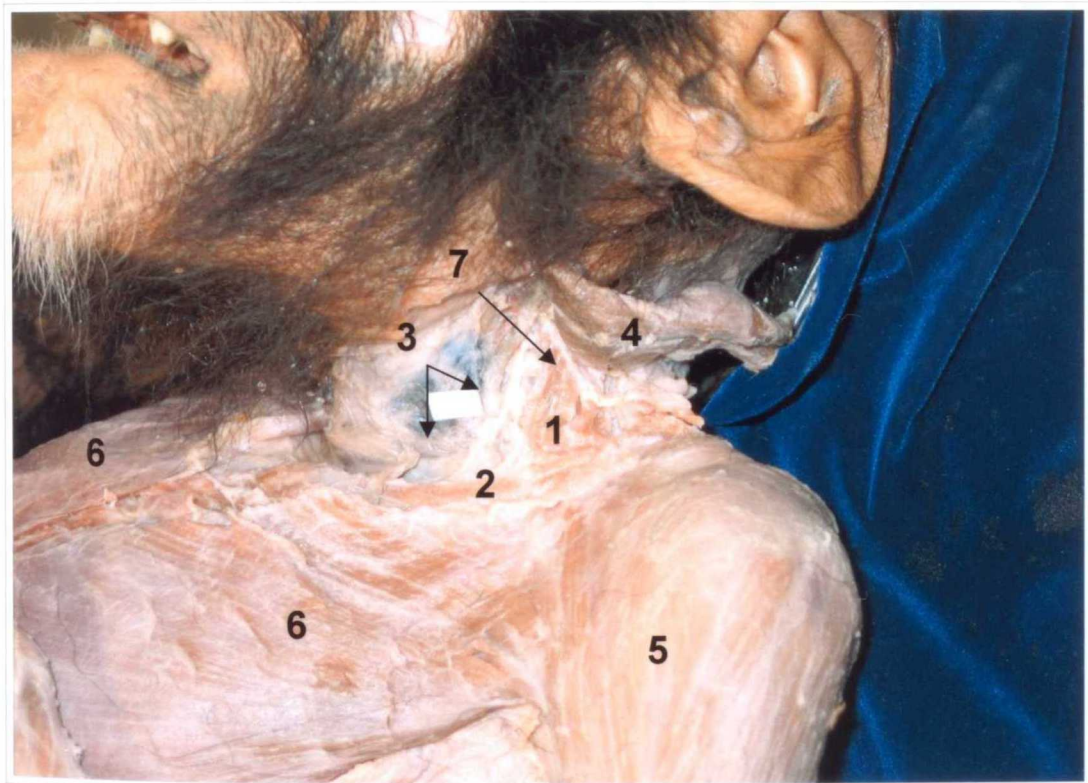


Fig. 5-2 : チンパンジー頭頸部左側面
胸鎖乳突筋を挙上し、左MACの全景を示す。

1. MAC 2. 鎖骨 3. 喉頭囊 4. 胸鎖乳突筋 5. 三角筋 6. 浅胸筋 7. 副神経

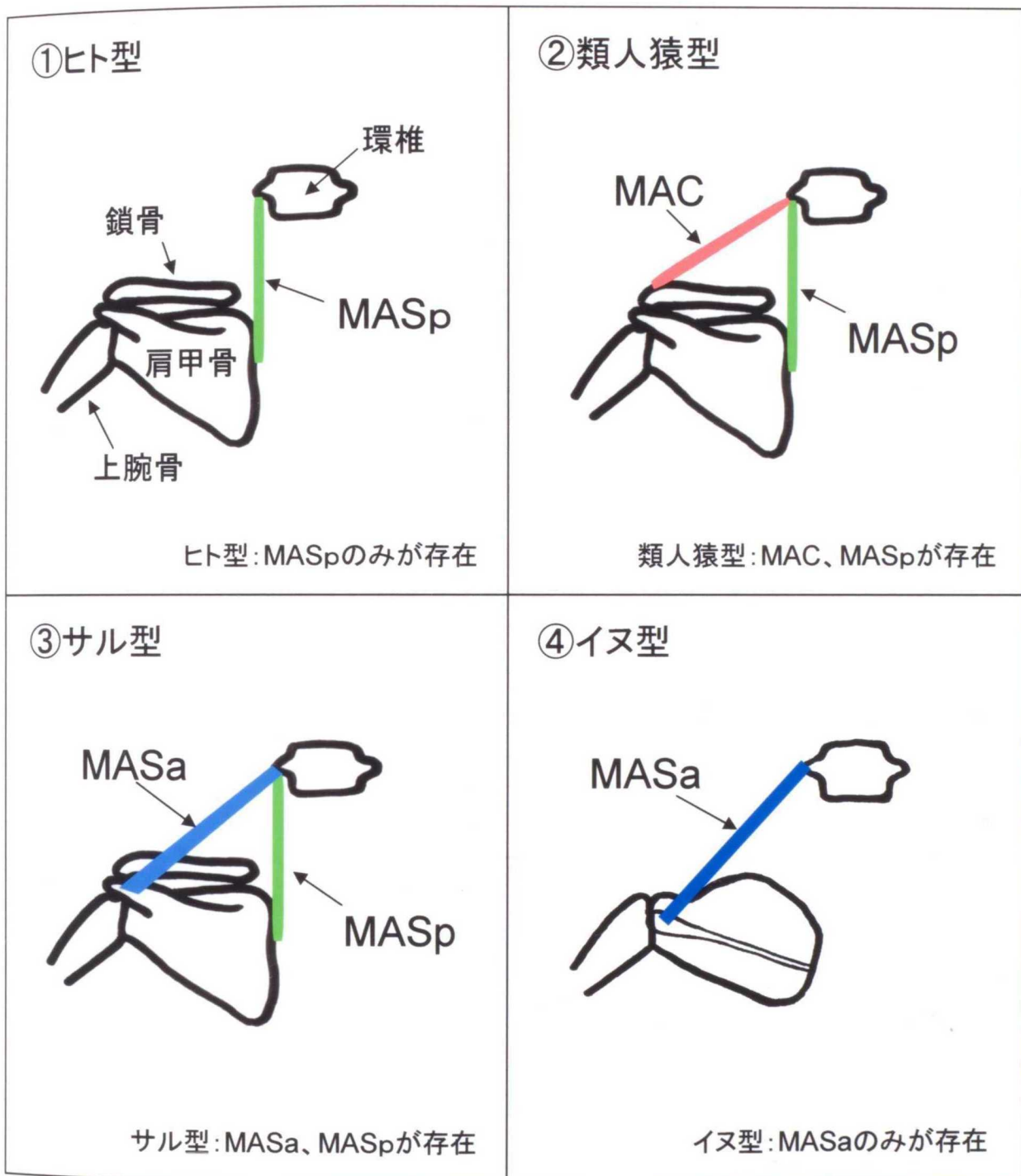


Fig. 5-3 : 環椎・肩甲骨・鎖骨周辺筋のパターン分類(背側観)

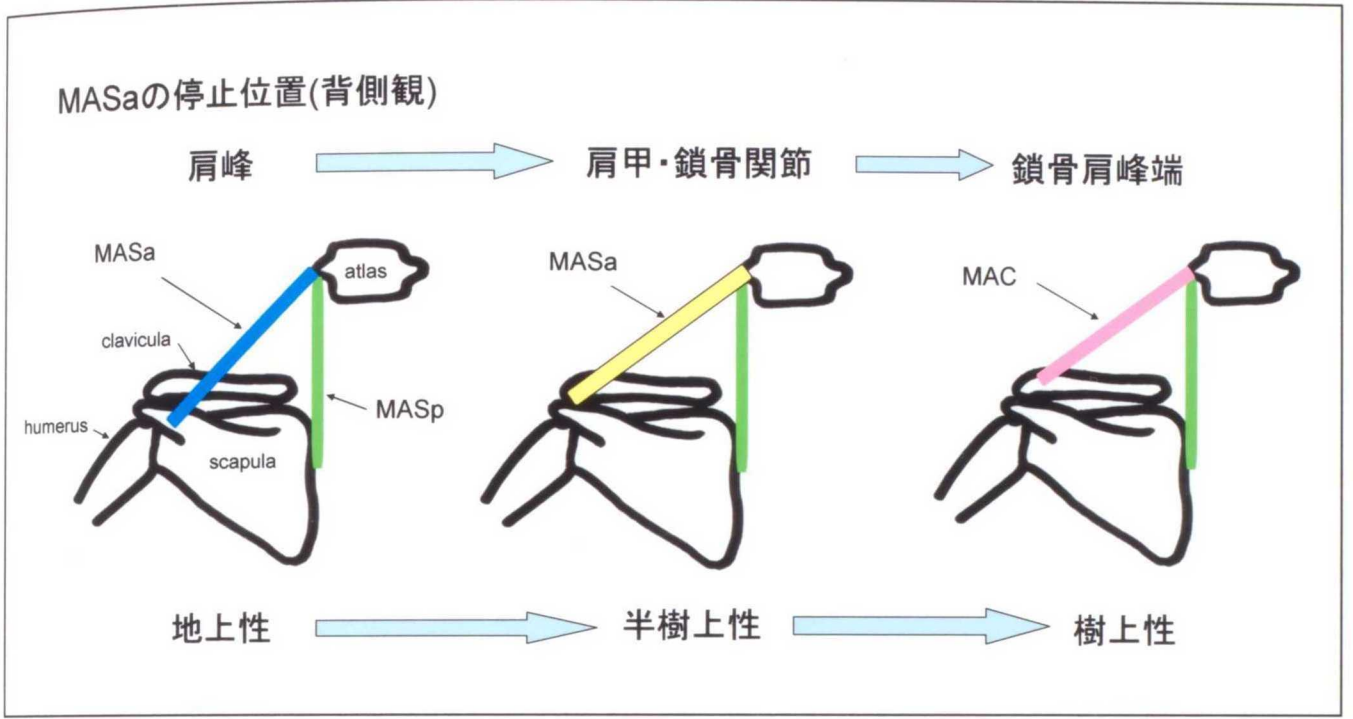


Fig. 5-4 : MAC附着部位の変化
 樹上性が強くなるにつれて、MASaの停止位置が肩峰から鎖骨端へと移動する傾向が見られる。

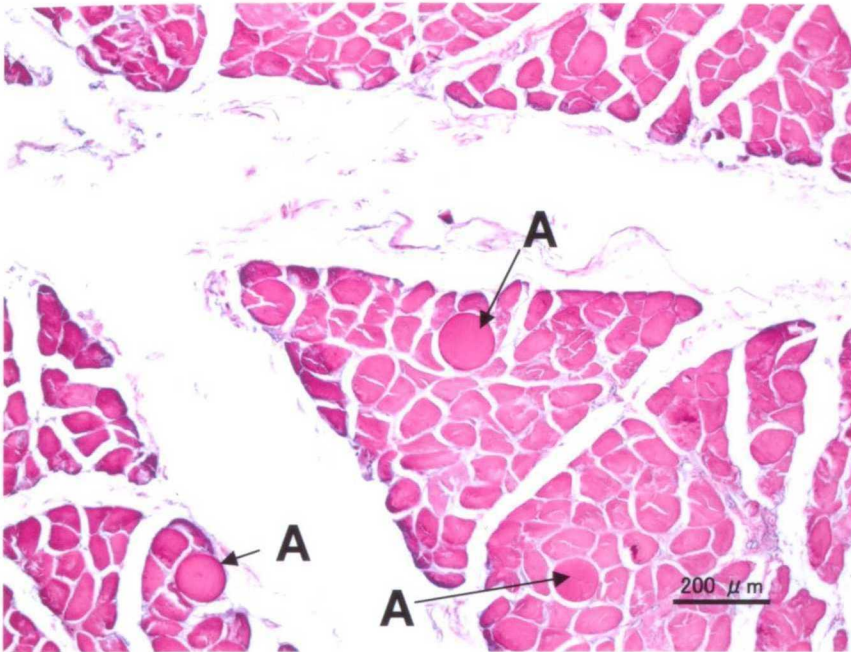


Fig. 5-5 : オランウータンMAC HE染色(100倍)
全体的に筋線維の断面積が大きい傾向がある。
円形で断面積の大きい筋線維(A)がみられる。

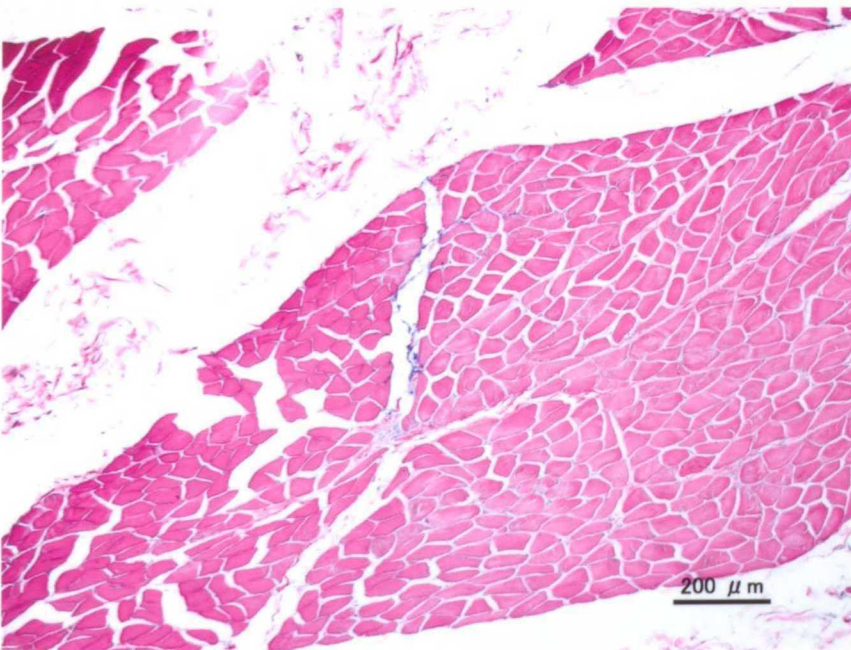


Fig. 5-6 : オランウータン大胸筋 HE染色(100倍)
多角形で小さい筋線維が大部分を占め、MACに見られた
円形で断面積の大きい筋線維はほとんどみられない。



Fig. 5-7 : オランウータン胸鎖乳突筋 HE染色(100倍)
 大胸筋と同様に、多角形で小さい筋線維が大部分を占め、
 MACに見られた円形で断面積の大きい筋線維はほとんどみられない。

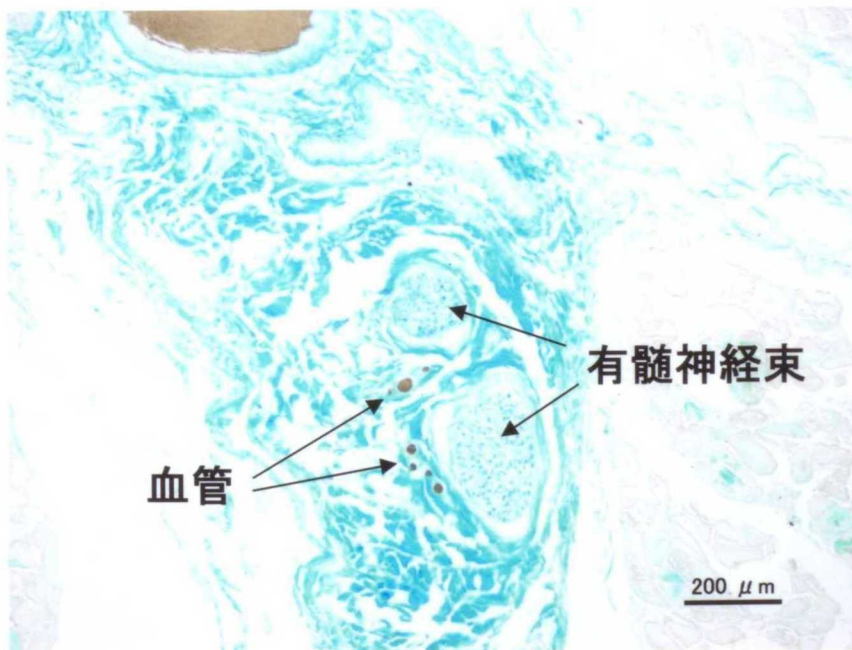


Fig. 5-8 : オランウータンMAC KB染色(100倍)
 有髄神経線維束が筋束間に見られ、神経束周囲には
 栄養血管が分布していた。

第六章

上肢についての肉眼解剖学的検討

第一節 緒言

序論でも述べたとおり、オランウータンはほぼ完全な樹上性で、移動の際は、四肢を全て用いる特有のロコモーション（移動様式）により木から木へと渡る。そのため、握力約 300 キロともいわれる手は、把握やぶら下がりに優れ、その手首は、同じ大型類人猿であるチンパンジーやゴリラよりも可動性に富んでいる。しかし、そのような逞しく長い上肢をもつ一方で、ぶら下がりに適応したことにより、母指は他の霊長類に比べ極端に短く退化している。これに関しては Tuttle と Cortright (1988) も、オランウータンの母指は *pollex-assisted power gripping* の重要性が減少していることを反映するように極端に短い、と記載している。したがって、オランウータンの上肢の筋系にも、樹上に適応したことによる特有の解剖学的構造があることが予測される。Sonntag (1924) の報告では、骨格筋についての記載は不十分であり、また、Straus (1941a ; b) は、オランウータンの前腕伸筋群について比較的詳細に報告しているものの、屈筋群に関する報告は認められない。そこで、上肢の筋を肉眼解剖学的に精査し、特に前腕の筋形態について検討を行った。

第二節 材料と方法

本章では、メスのオランウータン 1 頭の左右上肢を用いて、肉眼解剖学的に観察を行った。

第三節 結果

日本人体解剖学 第一巻 (金子丑之助 1970) で用いられている分類に順じて、上肢の筋についての所見を以下に述べる。

また、以下の所見を Table. 6-1, 2 にまとめた。

上肢の筋 Muscles of the upper limb (*Musculi membri superioris*)

I : 上肢帯筋 [Table. 6-1]

外上肢帯筋

三角筋 deltoid muscle (*M. deltoideus*) [Figs. 6-1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11]

【起始】鎖骨の外側端、肩峰、肩甲棘から起こり、肩関節を包むように下方へと走る。

【附着】上腕骨の三角筋粗面に終わる。

【神経支配】腋窩神経

後上肢帯筋

棘上筋 supraspinatus muscle (*M. supraspinatus*) [Figs. 6-1, 2]

【起始】棘上窩および棘上筋筋膜から起こる。

【附着】上腕骨大結節および肩関節包に終わる。

【神経支配】肩甲上神経

棘下筋 infraspinatus muscle (*M. infraspinatus*) [Figs. 6-1, 2, 4]

【起始】棘下窩および棘下筋筋膜から起こる。

【附着】上腕骨大結節および肩関節包に終わる。

【神経支配】肩甲上神経

小円筋 teres minor muscle (*M. teres minor*) [Figs. 6-2~5]

【起始】肩甲骨下外側縁から起こる。

【附着】上腕骨大結節および肩関節包に終わる。

【神経支配】腋窩神経

大円筋 *teres major muscle (M. teres major)* [Figs. 6-1, 2, 7~11]

【起始】肩甲骨下角から起こる。

【付着】上腕骨小結節に終わる。

【神経支配】肩甲下神経

前上肢帯筋

肩甲下筋 *subscapularis muscle (M. subscapularis)* [Figs. 6-7~10]

【起始】肩甲下窩から起こる。

【付着】上腕骨小結節および肩関節包に終わる。

【神経支配】肩甲下神経

この他、右肩甲骨下に、肩甲骨の関節下結節から起こり、上腕骨頸部前面に付着する小さな筋が認められた [Figs. 6-11, 12]。

Ⅱ：上腕の筋 muscles of the arm (*Musculi brachii*) [Table. 6-1]

屈筋群

上腕二頭筋 *biceps brachii* muscle (*M. biceps brachii*) [Figs. 6-4~10]

【起始】長頭：肩甲骨の関節上結節から起こる。

短頭：肩甲骨の烏口突起から起こる。

【附着】両頭は合して橈骨粗面に終わる。

【神経支配】筋皮神経

烏口腕筋 *coracobrachialis* muscle (*M. coracobrachialis*) [Figs. 6-7~9]

【起始】肩甲骨の烏口突起から起こる。

【附着】上腕骨小結節稜下方に終わる。

【神経支配】筋皮神経

上腕筋 *brachialis* muscle (*M. brachialis*) [Figs. 6-3~6]

【起始】上腕骨粗面で三角筋附着部の下方ならびに内方から起こる。

【附着】尺骨粗面に終わる。

【神経支配】筋皮神経

伸筋群

上腕三頭筋 *triceps brachii* muscle (*M. triceps brachii*) [Figs. 6-1~6]

【起始】長頭：肩甲骨の関節下結節から起こる。

内側頭：上腕骨後面、橈骨神経溝の下内側方および内側上腕筋間中隔から起こる。

外側頭：上腕骨後面、橈骨神経溝の上外側方および外側上腕筋間中隔から起こる。

【附着】3頭は合して尺骨の肘頭に終わる。

【神経支配】橈骨神経

肘筋 *anconeus* muscle (*M. anconeus*) [Figs. 6-29, 33]

【起始】上腕骨外側上顆から起こる。

【附着】肘頭外側方に終わる。

【神経支配】橈骨神経

Ⅲ：前腕の筋 muscles of the forearm (*Musculi antebrachii*) [Table. 6-2]

前腕前面の筋あるいは屈筋

[第1層筋群]

円回内筋 *pronator teres muscle (M. pronator teres)*

[Figs. 6-13~15, 23, 27, 28, 33]

【起始】上腕頭は上腕骨内側上顆から、尺骨頭は尺骨の鉤状突起から起こる。

【経過】上腕頭と尺骨頭は合流して内下方に走り、正中神経が貫通している。

【付着】橈骨の前面（近位 1/3 のところ）に終わる。

【神経支配】正中神経

橈側手根屈筋 *flexor carpi radialis muscle (M. flexor carpi radialis)*

[Figs. 6-13, 15, 23, 28, 45, 46, 51]

【起始】内側上顆（上腕頭と仮称）と橈骨前面（円回内筋の停止部の内側、前腕骨間膜斜索近位端から遠位方向に 15 mm のところから 124 mm のところより起こるものを橈骨頭と仮称）の 2ヶ所から起こる。

【経過】両頭は橈骨前面近位で合流して浅指屈筋の表面を覆うように下方に走り、手根管の最も橈骨深部にある靭帯管（同腱の腱鞘の管）を通り抜ける。

【付着】分岐して第二中手骨底掌面、第三中手骨底橈側掌面に終わる。

【神経支配】正中神経

長掌筋 *palmaris longus muscle (M. palmaris longus)*

[Figs. 6-13, 14, 22, 51]

【起始】内側上顆から起こる。

【経過】前腕前面の近位 1/3 で腱に移行して手掌に向かって下方に走る。

【付着】手掌腱膜に終わる。

【神経支配】正中神経

尺側手根屈筋 *flexor carpi ulnaris muscle (M. flexor carpi ulnaris)*

[Figs. 6-13, 18, 22, 24, 26, 46, 48, 49, 51]

【起始】筋性部が内側上顆、腱性部が肘頭から起こる。

【経過】深指屈筋の表面を覆うように前腕尺側の最尺側を下方に走る。

【附着】豆状骨に終わる。

【神経支配】尺骨神経

[第2, 3層筋群]

浅指屈筋 *flexor digitorum sublimis muscle*

(*M. flexor digitorum superficialis*)

[Figs. 6-13~16, 22~28, 43, 44, 48, 51]

【起始】内側上顆（上腕頭）、橈骨近位前面（橈骨頭；前腕骨間膜斜索頭側から 15 mmのところから 106 mmのところ）、尺骨の鈎状突起（尺骨頭）から起こる。

【経過】上腕頭は円回内筋上腕頭、橈側手根屈筋、長掌筋、尺側手根屈筋とともに共通頭を形成し、第四指と第五指への腱をつくる。橈骨頭は上腕頭の一部と合流して第三指への腱をつくる。尺骨頭は比較的独立し、薄い筋束である。これは、Gantzer の筋とともに下方に走り第二指への腱をつくる。これらの腱は手根管付近で腱に移行しているが、第三指・第四指への腱は浅在し、第二指への腱は第三指への腱の深部を、第五指への腱は第四指への腱の尺側深部を走る。基節骨掌面にて深指屈筋の腱に貫かれて、二脚に分かれる。

【附着】第二指から第五指の中節骨底掌面に終わる。

【神経支配】正中神経

深指屈筋 *flexor digitorum profundus muscle*

(*M. flexor digitorum profundus*)

[Figs. 6-16, 18, 22, 24~28, 43, 44, 48]

前腕における最大の筋である。特に尺骨から起こるものは発達しており、肘頭から尺骨近位 2/3 部の後面にかけて筋が盛り上がり最表層面に認められる。

【起始】尺骨後面から前面および前腕骨間膜の近位 2/3 部（尺骨頭と仮称）と、橈骨体前面（前腕骨間膜斜索近位端から 1 mm のところから前腕 3/4 のところまでを橈骨頭と仮称）から起こる。

【経過】尺骨頭はねじれるように手根管に入り、第三指、第四指、第五指への腱をつくる。橈骨頭は最深層を下方に走り第二指への腱をつくる。手根管では腱が浅指屈筋腱の深部背側にほぼ併走している。中手骨掌側では虫様筋が深指屈筋の腱から起始する。基節骨体掌側にて浅指屈筋を貫く腱交叉が認められる。

【附着】第二指から第五指の末節骨底掌面に終わる。

【神経支配】尺骨頭は尺骨神経、橈骨頭は正中神経

Gantzer の筋 [Figs.6-25~27]

【起始】尺骨鉤状突起から起こる。

【経過】浅指屈筋とともに手根管に向かって下行する。

【附着】深指屈筋腱に合流して終わる。

【神経支配】正中神経

長母指屈筋 *flexor pollicis longus muscle* (*M. flexor pollicis longus*)

【備考】認められなかった。

[第4層筋群]

方形回内筋 *pronator quadratus muscle (M. pronator quadratus)*

[Fig. 6-17]

【起始】尺骨遠位 1/6 部の前面から起こる。

【経過】ほぼ水平から末梢に橈側方向に向かって走る。

【付着】橈骨遠位 1/6 部の前面に終わる。

【神経支配】正中神経

前腕橈側の筋あるいは伸筋

腕橈骨筋 *brachioradialis muscle (M. brachioradialis)*

[Figs. 6-4~6, 13, 14, 22, 26, 29~32]

【起始】上腕骨外側縁遠位部（上縁は外側上顆から 135 mmのところから、下縁は）外側上顆から 70 mm）から起こる。

【経過】肘関節の前方から前腕に入り、末梢に向かって走る。橈骨神経浅枝がこの筋の深部を走行する。

【付着】橈骨遠位部橈側（橈骨茎状突起の上方）に終わる。

【神経支配】橈骨神経

長橈側手根伸筋 *extensor carpi radialis longus muscle*

(M. extensor carpi radialis longus)

[Figs. 6-19, 20, 29~32, 42]

【起始】腕橈骨筋の末梢で上腕骨外側縁（外側上顆から 70 mmのところから外側上顆まで）から起こる。

【経過】前腕のほぼ中央部で腱へと移行する。後述する長母指外転筋腱の掌側を交差して通り、伸筋支帯の第二区画を通る。その後、長母指伸筋腱の掌側を交差して通り手背に至る。

【付着】第二中手骨底背側面に終わる。

【神経支配】橈骨神経

短橈側手根伸筋 *extensor carpi radialis brevis muscle*

(*M. extensor carpi radialis brevis*)

[Figs. 6-19~21, 29, 30, 32, 34, 42]

【起始】 外側上顆から起こる。

【経過】 近位部では橈側の長橈側手根伸筋、尺側の指伸筋（後述）とともに手背に向かって下方に走る。遠位 1/3 部で腱に移行し始め（長橈側手根伸筋よりも末梢に筋線維が伸びている）、指伸筋との間に後述する長母指外転筋が現れる。これらの筋腱の掌側を交差して通り、長橈側手根伸筋とともに伸筋支帯の第二区画を通り抜ける。その後、後述する長母指伸筋腱の掌側を交差して通り、指背に至る。

【付着】 第三中手骨底背面に終わる。

【神経支配】 橈骨神経

回外筋 *supinator muscle (M. supinator)* [Figs. 6-31~34, 36~39]

【起始】 外側上顆と尺骨近位 1/2 部（鈎状突起から下方 118 mm）から起こる。

【経過】 二層に分かれ、外側上顆から起こるものは斜めに、尺骨から起こるものはほぼ水平に走る。この間を橈骨神経深枝が通過する。

【付着】 橈骨近位 1/2 部で、円回内筋の付着部の背面と側面（鈎状突起から 170 mm）に終わる。

【神経支配】 橈骨神経

前腕後面の筋（伸筋）

[浅層]

尺側手根伸筋 *extensor carpi ulnaris muscle (M. extensor carpi ulnaris)*

[Figs. 6-19~21, 25, 29, 30, 39, 42, 49]

【起始】 外側上顆から起こる。

【経過】 固有第五指伸筋の尺側を尺骨に沿って、手背に向かって下方に走り、伸筋支帯の第六区画を通り抜ける。

【付着】 第五中手骨底尺側背側面に終わる。

【神経支配】 橈骨神経

指伸筋 *extensor digitorum muscle (M. extensor digitorum)*

[Figs. 6-18~20, 29~32, 34, 40, 41]

【起始】 外側上顆から起こる。

【経過】 橈側の短橈側手根伸筋と尺側の固有第五指伸筋（後述）とともに下方に走る。伸筋支帯の第五区画を通り抜ける。手背では指伸筋腱の深部を走行する。

【附着】 第四指の中手指節関節包、指背腱膜に終わる。

【神経支配】 橈骨神経

固有第四指伸筋 *extensor digiti quarti proprius muscle*

(M. extensor digiti quarti proprius)

(環指伸筋 *extensor digiti anularis muscle: M. extensor digiti anularis)*

[Figs. 6-19~21, 35, 39~41, 50]

【起始】 腱線維が尺骨後面 1/2 より起こる。

【経過】 橈側の指伸筋腱に覆われつつ、尺側の固有第五指伸筋とともに下方に走る。伸筋支帯の第五区画を通り抜ける。手背では指伸筋腱の深部を走行する。

【附着】 第四指の中手指節関節包、指背腱膜に終わる。

【神経支配】 橈骨神経

固有第五指伸筋 *extensor digiti quinti proprius muscle*

(M. extensor digiti quinti proprius)

(小指伸筋 *extensor digiti minimi muscle: M. extensor digiti minimi)*

[Figs. 6-18~21, 30, 35, 39~41, 50]

【起始】 腱線維が外側上顆から起こるが、大部分の筋線維が指伸筋とこの筋との間にある中隔から起こる。

【経過】 指伸筋・尺骨手根伸筋間を下方に走り、固有第四指伸筋腱とともに伸筋支帯の第五区画を通り抜け、手背では指伸筋腱深部を走行する。

【附着】 第五指の中手指節関節包、指背腱膜に終わる。

【神経支配】 橈骨神経

[深層]

固有第二指伸筋 *extensor digiti secundi proprius muscle*

(*M. extensor digiti secundi proprius*)

(示指伸筋 *extensor indicis proprius muscle: m. extensor indicis*)

[Figs. 6-21, 36~41, 50]

【起始】前腕骨間膜の後面中央 1/2 部から起こる。

【経過】前腕後面の最深部を下方に走り、伸筋支帯の第四区画を通り抜ける。

手背では指伸筋腱の深部を走行する。

【附着】第二中手指節関節包、指背腱膜に終わる。

【神経支配】橈骨神経

【備考】左前腕の固有第二指伸筋腱には副索が認められた。

固有第三指伸筋 *extensor digiti tertii proprius muscle*

(*M. extensor digiti tertii proprius*)

(中指伸筋 *extensor digiti medius muscle: M. extensor digiti medius*)

[Figs. 6-18~21, 38~41, 50]

【起始】固有第二指伸筋の尺側遠位方、前腕骨間膜後面、尺骨の後面遠位 1/3 部から起こる。

【経過】指伸筋の深層を、固有第二指伸筋の尺側を手背に向かって、下方に走り、指伸筋と固有第二指伸筋とともに伸筋支帯の第四区画を通り抜ける。手背では指伸筋腱の深部を走行する。

【附着】第三指の中手指節関節包、指背腱膜に終わる。

【神経支配】橈骨神経

長母指伸筋 *extensor pollicis longus muscle (M. extensor pollicis longus)*

[Figs. 6-19~21, 30, 36~38, 41, 42, 47, 50]

【起始】前腕骨間膜中央（鈎状突起から 161 mm）の尺側および尺骨縁から起こる。

【経過】固有第二指伸筋を覆うように下方に走り、伸筋支帯の第三区画を通り抜ける。

【付着】第一指（母指）の末節骨底背側に終わる。

【神経支配】橈骨神経

短母指伸筋 *extensor pollicis brevis muscle (M. extensor pollicis brevis)*

【備考】認められなかった。

長母指外転筋 *abductor pollicis longus muscle*

(M. abductor pollicis longus)

[Figs. 6-19~21, 29, 30, 36, 37, 42, 45~47]

【起始】尺骨、前腕骨間膜、橈骨の後面遠位 1/3（鈎状突起から 83 mmから 156 mmのところ）から起こる橈側部と、前腕骨間膜中央（鈎状突起から 150 mm）の橈側および橈骨縁から起こる尺側部がある。

【経過】前腕遠位 1/3 部で腱に移行しつつ、指伸筋と短橈側手根伸筋の間から表面に現れる。その後、両部分とも長・短橈側手根伸筋の背側を通り、伸筋支帯の第一区画を通り抜ける。

【付着】橈側部の腱は3つに分かれ、第一中手骨底外側面、大菱形骨外側面、橈側種子骨掌面に終わる。尺側部は第一中手骨底外側面に終わる。

【神経支配】橈骨神経

第四節 考察

ヒトの前腕屈筋群は、主に上腕骨内側上顆から起こり 8 個を数える。これに対し、オランウータンの前腕屈筋群は同じく 8 個であったが、ヒトにおいて長母指屈筋および深指屈筋の副頭として知られ、尺骨の鈎状突起から起こり、深指屈筋腱に合流して終わる Gantzer の筋が存在した。しかし、独立した筋としてはヒトにのみ存在するといわれる長母指屈筋そのものは、オランウータンには認められなかった。これについては、Tuttle と Cortright (1988) が報告している。しかし、Sonntag (1924) は特にふれていない。深指屈筋は、Sonntag (1924) の記載と同様、尺骨頭と橈骨頭からなり、尺骨頭の腱は第三、第四、第五指に、橈骨頭の腱は第二指に停止していた。すなわち、オランウータンの深指屈筋には母指に停止する腱が認められなかった。しかし、橈骨頭は、腱が第二指に停止するものの、その起始および支配神経はヒトの長母指屈筋に類似し、正中神経により支配されていた。オランウータンよりも下等なスローロリス、リスザル、カニクイザル、ヒヒや、逆に高等なチンパンジーには、深指屈筋腱から分かれ母指に終わる腱が存在する (Swindler and Wood, 1973; 本間ら, 1992)。また、ヒトでは長母指屈筋の腱は母指に終わることから、これは、オランウータンにおいて独特な所見が得られたものと思われる。以上のことから、オランウータンの深指屈筋の橈骨頭はヒトの長母指屈筋に相当すると考えられ、その腱が第二指に終わり、母指への外在屈筋腱が欠如していることは、霊長類の生活環境の変化と関係あるのではないかと思われた。

Straus (1942) によれば、前腕屈筋群は系統発生的に Brachio-antebrachial 群と Antebrachio-manual 群の 2 群に分けられる。哺乳類では Flexor digitorum profundus と Pronator quadratus が Antebrachio-manual 群より分化する。この Flexor digitorum profundus は尺側部と橈側部の 2 部分からなり、その腱はすべての指に向かうが、ヒトや稀にテナガザルにおいては深指屈筋と長母指屈筋に分化している。樹上や地上に適応していく中で、霊長類の上肢の役割は体幹を支えることだけではなくなり、指は複雑な作用を営むようになった。そして、それと同時に指の運動を支配する前腕筋と手筋が分化してきた。ヒトでは母指への筋がよく発達し、短母指伸筋と長母指屈筋が常在している。しかし、

オランウータンは唯一樹上に生活環境を求めた大型類人猿であり、このことはオランウータンに多くの解剖学的特徴を与えている。特に、第二指から第五指の指骨の特殊化（指骨の伸長、基節骨と中節骨の弯曲、横1列に並んだ第三指、第四指、第五指の近位指節間関節、中手指節関節と指節間関節の広範な可動域等）は、体の大きいオランウータンが効率よく木の枝にぶら下がるために使う hook-like gripping や double-locked gripping の骨 - 関節学的基盤となっている。したがって、今回、オランウータンの深指屈筋に母指に停止する腱が認められなかったことは、母指の退行性変化の筋学的特徴のひとつであると考えられた。

また、前腕伸筋群においては、指に停止する骨格筋に過去の文献の記載とは異なる点が認められた。まず、長母指外転筋は、独立した橈側部と尺側部からなり、橈側部は橈側種子骨、第一中手骨底、大菱形骨に、尺側部は第一中手骨底に終わっていた。Sonntag (1924) は二つの部位からなることを示唆する記述をしているが、起始部に関する記載はなく、停止部も今回の観察結果とは異なっている。Straus (1941b) は、腱が分岐している、と記述しているのみである。また、オランウータンにおいて、短母指伸筋は認められなかった。Straus (1941a) は、ゴリラとヒトにのみ認められたと述べ、Sonntag (1924) は、短母指伸筋について特にふれていない。

さらに、深部の指伸筋群において、チンパンジーやヒトには固有第二指伸筋、固有第五指伸筋のみが存在するのに対し、オランウータンではこれに加えさらに、固有第三指伸筋および固有第四指伸筋が認められ、ヒヒ、ニホンザル等と同様、第二指から第五指のそれぞれに停止する指伸筋が存在した。片方（左前腕）の固有第二指伸筋には副束が存在し、その腱は指伸筋の第二指へ至る腱に合流していた。Straus (1941a) は固有第二指伸筋の腱が分岐し、第二指と第三指に向かうと記述している。また、Sonntag (1924) は、指伸筋は浅部と深部からなり、第二指には固有第二指伸筋浅部と指伸筋の腱が、第三指には指伸筋の浅部と深部の腱がそれぞれ停止すると記載している。前述したように、母指に至る伸筋を除くと、深部に存在する指伸筋群には、多くの霊長類（ヒヒ、ニホンザル等）では第二指から第五指のそれぞれに停止する指伸筋が存在するが、チンパンジーやヒトでは第二指と第五指に至る伸筋のみが存在する。

Straus (1941a, b) によると、前腕伸筋群は、系統発生的に

Brachio-antebrachial 群、Antebrachio-manual 群、Manual 群の 3 群に分けられ、哺乳類では、指に停止する腱を有する筋は前 2 群より分化する。固有第二、三指伸筋は Antebrachio-manual 群から、固有第四、五指伸筋は Brachio-antebrachial 群から分化し、進化に伴い、固有第三指伸筋は橈側、つまり第二指に、固有第四指伸筋は尺側（第五指）に集約される傾向にあると考えられている。したがって、オランウータンでは集約が起こっていないことがわかった。ちなみに、この系統発生的観点に基づいて、本章の結果では、固有第三指伸筋は固有第二指伸筋と同様の浅層の筋として、固有第四指伸筋は固有第五指伸筋と同様の深層の筋として分類した。また、Antebrachio-manual 群からは、長母指外転筋と、ヒトの他には、ある種の霊長類（ゴリラ：9/16、テナガザル：1/15）にのみ存在する短母指伸筋が分化する (Straus, 1941b)。したがって、オランウータンの進化的な位置を考えた場合、固有指伸筋が第二指から第五指のそれぞれに別々に停止することや、短母指伸筋が欠如することは特に不思議なことではない。また、オランウータンの長母指外転筋の尺側部は、その起始部、停止部から短母指伸筋と関係が深いように思われたが、ヒトの短母指伸筋の由来を解明するにはさらに多くの観察例が必要である。

最後に、長母指外転筋が母指の中手骨だけでなく、大菱形骨や種子骨にも付着していることから、長母指外転筋が母指を外転させるのと同時に、手の外転にも関与していると考えられた。そして、このことは、オランウータンの手首の可動性を決定する筋系要因のひとつになっている可能性が考えられた。

Table. 6-1 上肢帯および上腕部の筋-起始、付着、神経支配

	起始	付着	神経支配
三角筋	鎖骨外側端、肩峰、肩甲棘	上腕骨三角筋粗面	腋窩神経
棘上筋	棘上窩、棘上筋筋膜	上腕骨大結節、肩関節包	肩甲上神経
棘下筋	棘下窩、棘下筋筋膜	上腕骨大結節、肩関節包	肩甲上神経
小円筋	肩甲骨下外側縁	上腕骨大結節、肩関節包	腋窩神経
大円筋	肩甲骨下角	上腕骨小結節	肩甲上神経
肩甲下筋	肩甲下窩	上腕骨小結節、肩関節包	肩甲下神経
上腕二頭筋			
長頭	肩甲骨関節上結節	橈骨粗面	筋皮神経
短頭	肩甲骨烏口突起		
烏口腕筋	肩甲骨烏口突起	上腕骨小結節稜下方	筋皮神経
上腕筋	上腕骨粗面三角筋付着部 下方および内方	尺骨粗面	筋皮神経
上腕三頭筋			
長頭	肩甲骨関節下結節	肘頭	橈骨神経
内側頭	橈骨神経溝下内側方、 内側上腕筋間中隔		
外側頭	橈骨神経溝上外側方、 外側上腕筋間中隔		
肘筋	上腕骨外側上顆	肘頭外側方	橈骨神経

Table. 6-2 前腕の筋-起始、付着、神経支配

	起始	付着	神経支配
円回内筋			
上腕頭	上腕骨内側上顆	橈骨前面	正中神経
尺骨頭	尺骨鉤状突起		
橈側手根屈筋			
上腕頭	上腕骨内側上顆	第二、第三中手骨底掌側面	正中神経
橈骨頭	橈骨体前面		
長掌筋	上腕骨内側上顆	手掌腱膜	正中神経
尺側手根屈筋	上腕骨内側上顆	豆状骨	尺骨神経
浅指屈筋			
上腕頭	上腕骨内側上顆	第四、第五中節骨掌側面	正中神経
尺骨頭	尺骨鉤状突起	第二中節骨掌側面	
橈骨頭	橈骨前面近位部	第三中節骨掌側面	
深指屈筋			
尺骨頭	尺骨後面から前面、前腕骨間膜	第三～第五末節骨掌側面	尺骨神経
橈骨頭	橈骨体前面	第二末節骨掌側面	正中神経
Gantzerの筋	尺骨鉤状突起	深指屈筋腱	正中神経
方形回内筋	尺骨遠位	橈骨遠位	正中神経
腕橈骨筋	上腕骨外側縁遠位部	橈骨茎状突起上方	橈骨神経
長橈側手根伸筋	上腕骨外側縁遠位部	第二中手骨底背側面	橈骨神経
短橈側手根伸筋	上腕骨外側上顆	第三中手骨底背側面	橈骨神経
指伸筋	上腕骨外側上顆	第二～第五指の指背腱膜	橈骨神経
固有第四指伸筋	尺骨後面	第四指中手指節関節包、指背腱膜	橈骨神経
固有第五指伸筋	上腕骨外側上顆	第五指中手指節関節包、指背腱膜	橈骨神経
尺側手根伸筋	上腕骨外側上顆	第五指中手骨底尺側背側面	橈骨神経
回外筋	外側上顆、尺骨後面	橈骨前面	橈骨神経
長母指外転筋			
橈側部	尺骨、前腕骨間膜、橈骨後面	第一中手骨、大菱形骨外側面、種子骨掌側面	橈骨神経
尺側部	前腕骨間膜後面中央の橈側、橈骨骨縁	第一中手骨底外側面	
長母指伸筋	前腕骨間膜後面中央の尺側、尺骨骨縁	第一末節骨底背側面	橈骨神経
固有第二指伸筋	前腕骨間膜後面	第二指中手指節関節包、指背腱膜	橈骨神経
固有第三指伸筋	前腕骨間膜後面、尺骨後面遠位部	第三指中手指節関節包、指背腱膜	橈骨神経

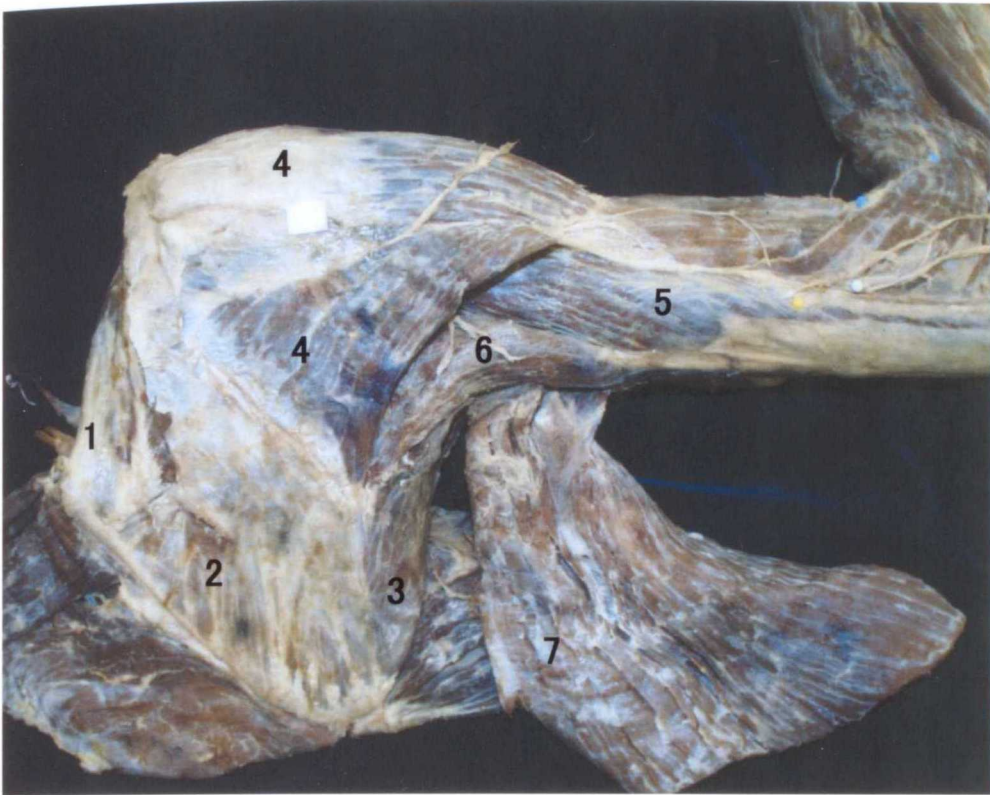


Fig. 6-1 : 右肩甲部背側面

1. 棘上筋 2. 棘下筋 3. 大円筋 4. 三角筋 5. 上腕三頭筋・外側頭
6. 上腕三頭筋・長頭 7. 広背筋



Fig. 6-2 : 右肩甲部背側面 Fig. 6-1より三角筋の一部を剥離

1. 棘上筋 2. 棘下筋 3. 大円筋 4. 三角筋 5. 上腕三頭筋・外側頭
6. 上腕三頭筋・長頭 7. 広背筋 8. 小円筋



Fig. 6-3 : 右上腕部後面 棘上筋、棘下筋、大円筋、三角筋を切除
 1. 小円筋 2. 上腕三頭筋・外側頭 3. 上腕三頭筋・長頭 4. 上腕筋

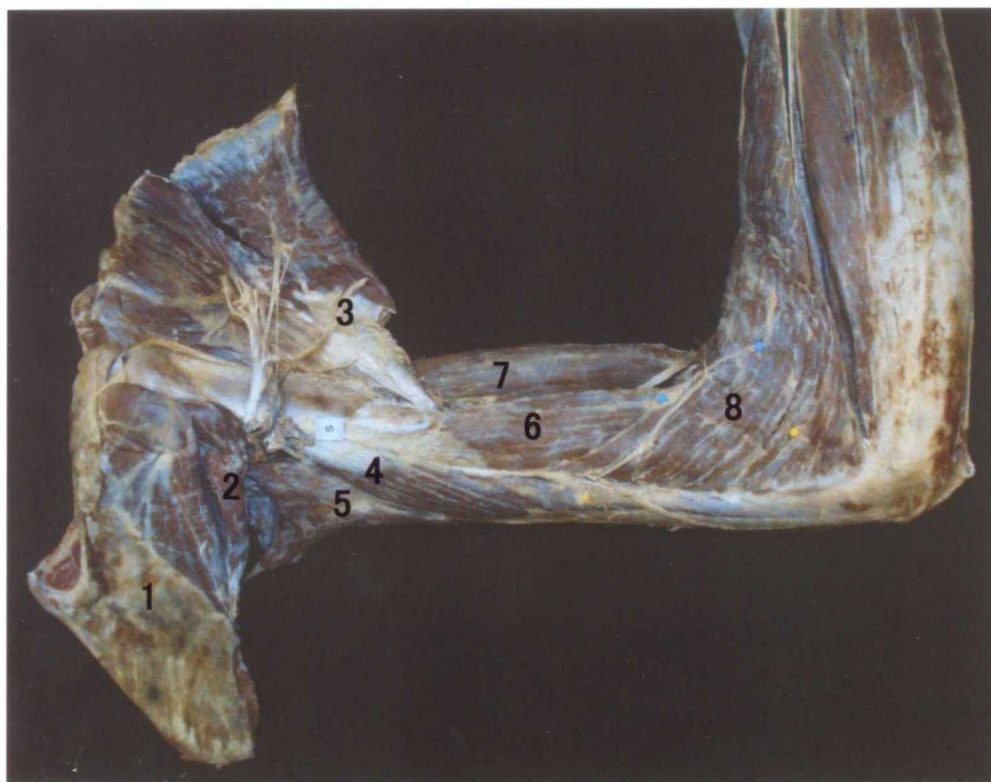


Fig. 6-4 : 右上腕部外側面 大円筋および三角筋を剥離
 1. 棘下筋 2. 小円筋 3. 三角筋 4. 上腕三頭筋・外側頭 5. 上腕三頭筋・長頭
 6. 上腕筋 7. 上腕二頭筋 8. 腕橈骨筋

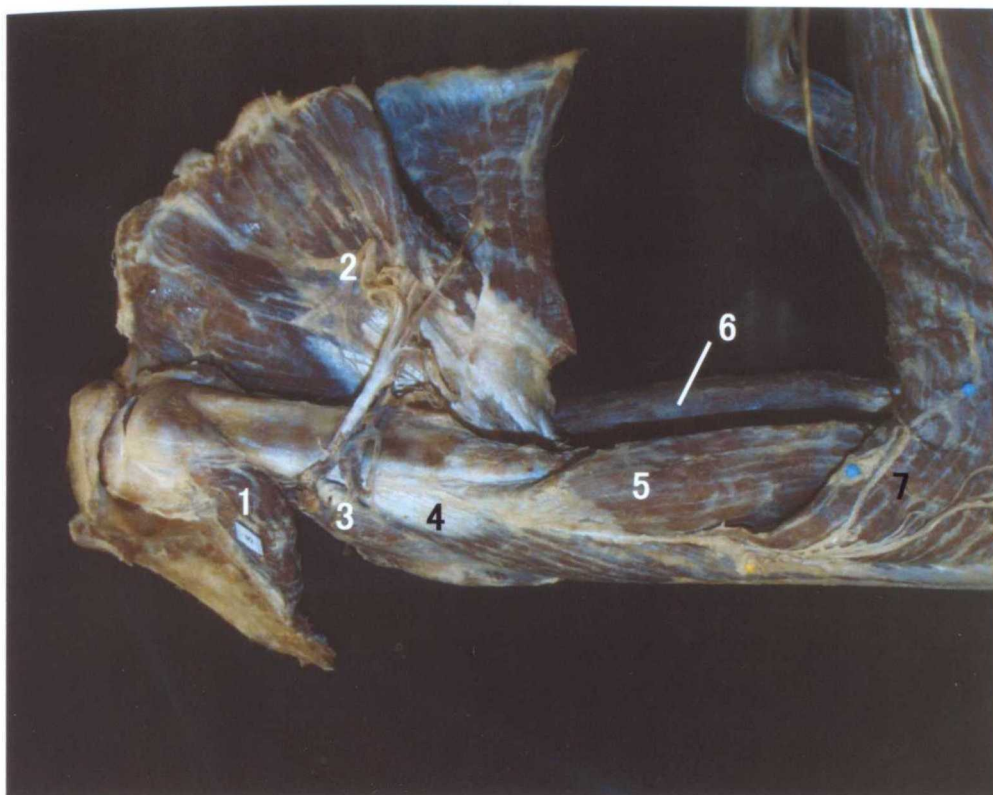


Fig. 6-5 : 右上腕部外側面

1. 小円筋 2. 三角筋 3. 上腕三頭筋・外側頭 4. 上腕三頭筋・長頭
5. 上腕筋 6. 上腕二頭筋 7. 腕橈骨筋



Fig. 6-6 : 右上腕部外側面 肩甲骨を切除

1. 上腕三頭筋・長頭 2. 上腕三頭筋・外側頭 3. 上腕筋 4. 上腕二頭筋
5. 腕橈骨筋



Fig. 6-7 : 右上腕部内側面

1. 烏口腕筋 2. 肩甲下筋 3. 大円筋 4. 上腕二頭筋 5. 三角筋

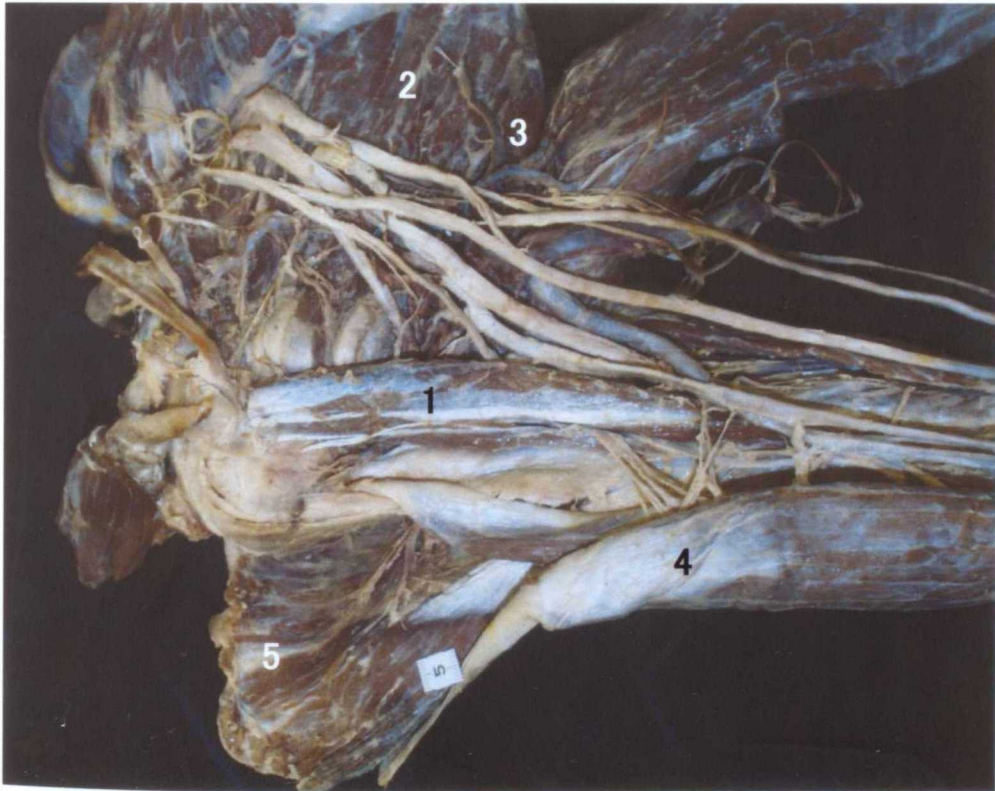


Fig. 6-8 : 右上腕部内側面 Fig. 6-7の拡大

1. 烏口腕筋 2. 肩甲下筋 3. 大円筋 4. 上腕二頭筋 5. 三角筋



Fig. 6-9 : 右上腕部内側面 烏口腕筋を反転
 1. 烏口腕筋 2. 肩甲下筋 3. 大円筋 4. 上腕二頭筋



Fig. 6-10 : 右上腕部内側面 肩甲下筋を剥離
 1. 肩甲下筋 2. 大円筋 3. 上腕二頭筋 4. 三角筋

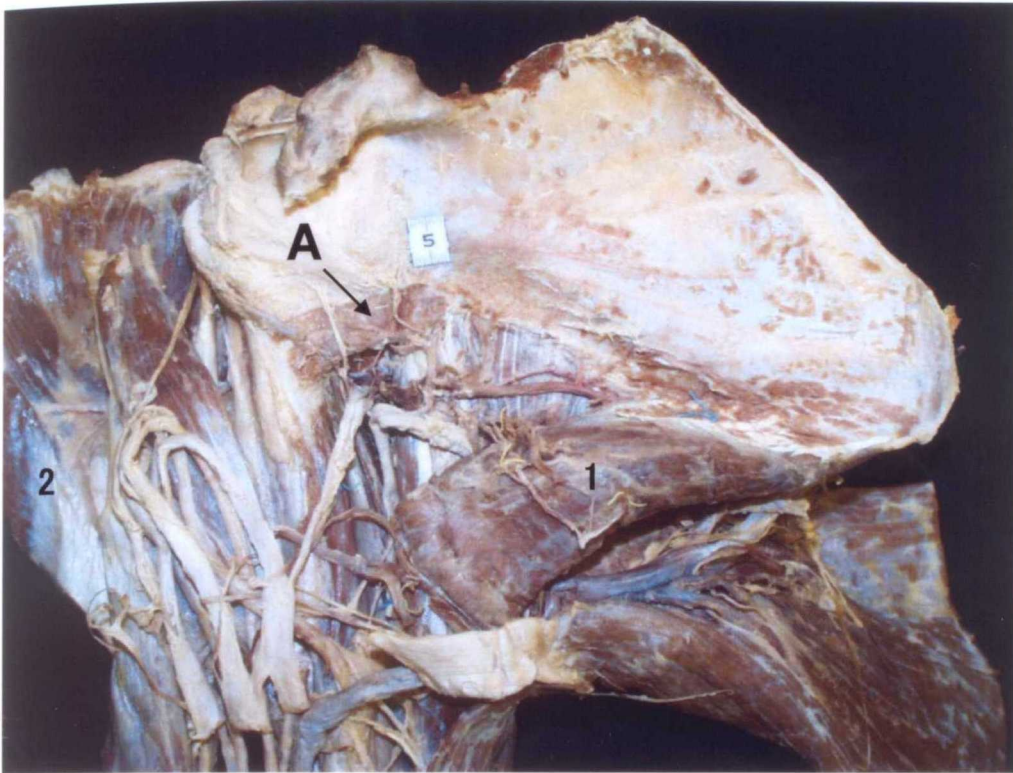


Fig. 6-11 : 右肩甲部内側面 肩甲骨下にみられた筋(A)
 1. 大円筋 2. 三角筋

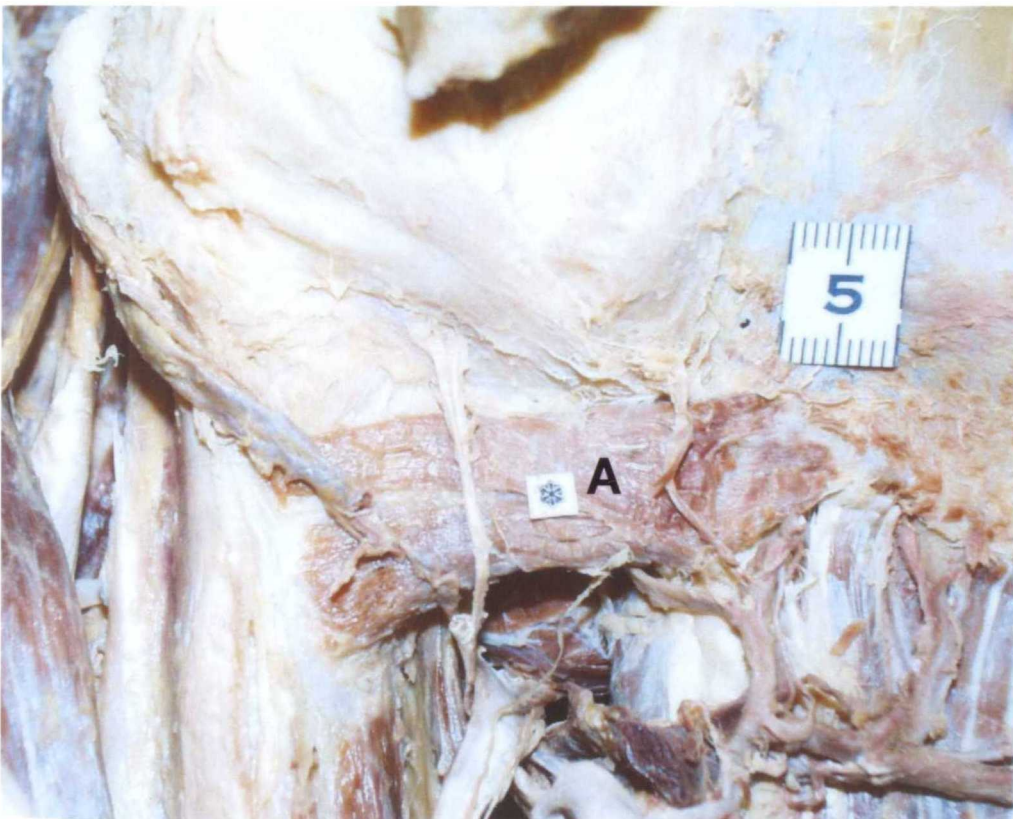


Fig. 6-12 : 右肩甲部内側面 Fig. 6-11の拡大 肩甲骨下にみられた筋(A)

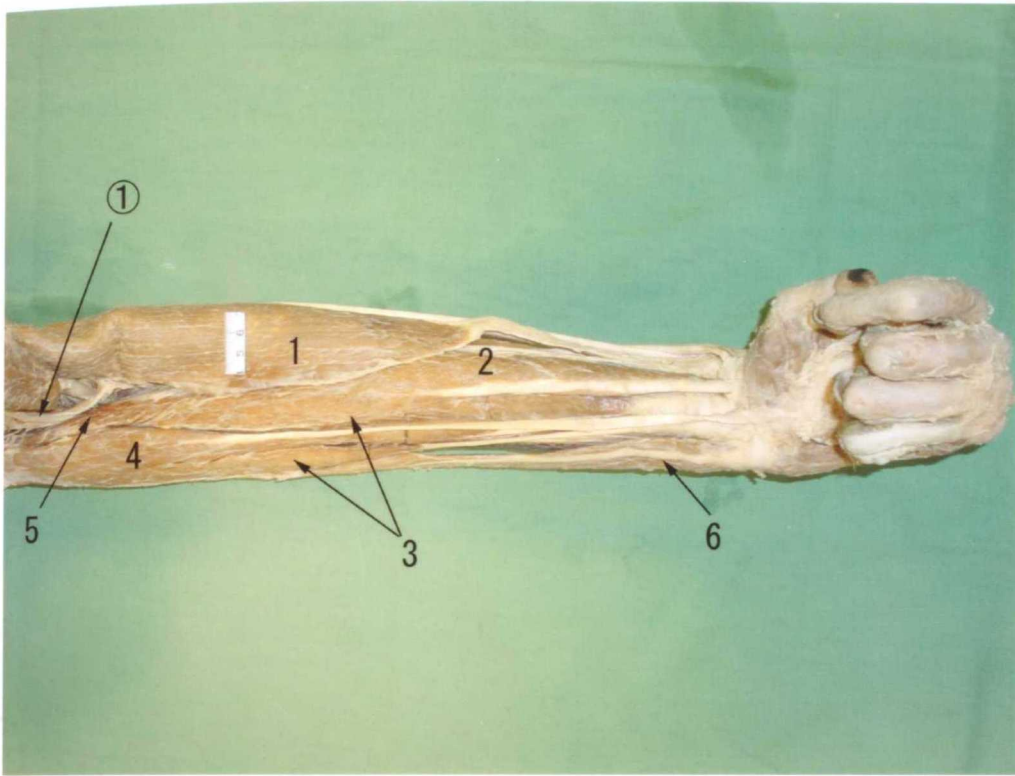


Fig. 6-13 : 左前腕部前面表層

1. 腕橈骨筋 2. 橈側手根屈筋 3. 浅指屈筋 4. 長掌筋 5. 円回内筋
6. 尺側手根屈筋 ①. 上腕動・静脈

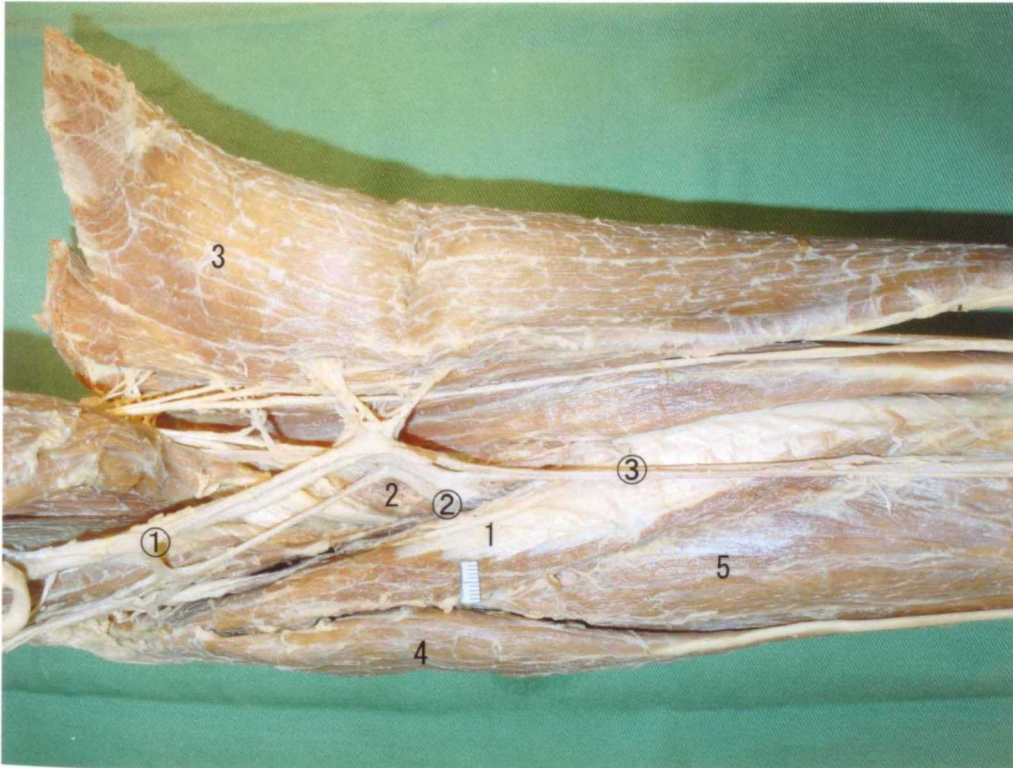


Fig. 6-14 : 左前腕部前面表層 Fig. 6-13より腕橈骨筋を切断、剥離
1. 円回内筋(上腕頭) 2. 円回内筋(尺骨頭) 3. 腕橈骨筋 4. 長掌筋
5. 浅指屈筋 ①. 上腕動・静脈 ②. 尺骨動・静脈 ③. 橈骨動・静脈



Fig. 6-15 : 左前腕部前面 一部を除く屈筋の起始部を剥離
 1. 橈側手根屈筋(上腕骨頭) 1''. 橈側手根屈筋(橈骨頭) 2. 浅指屈筋(橈骨頭)
 2''. 浅指屈筋(上腕頭) 3. 円回内筋 4. 深指屈筋(橈骨頭)

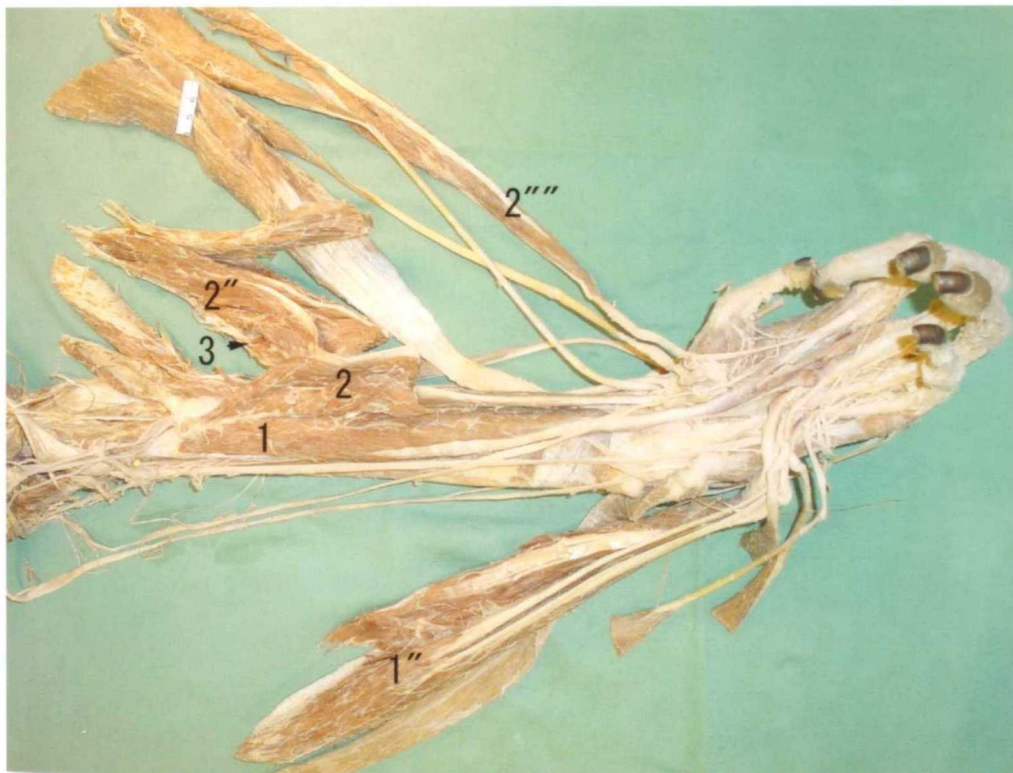


Fig. 6-16 : 左前腕部前面深層
 1. 深指屈筋(橈骨頭) 1''. 深指屈筋(尺骨頭) 2. 浅指屈筋(橈骨頭)
 2''. 浅指屈筋(上腕頭) 2'''. 浅指屈筋(尺骨頭)

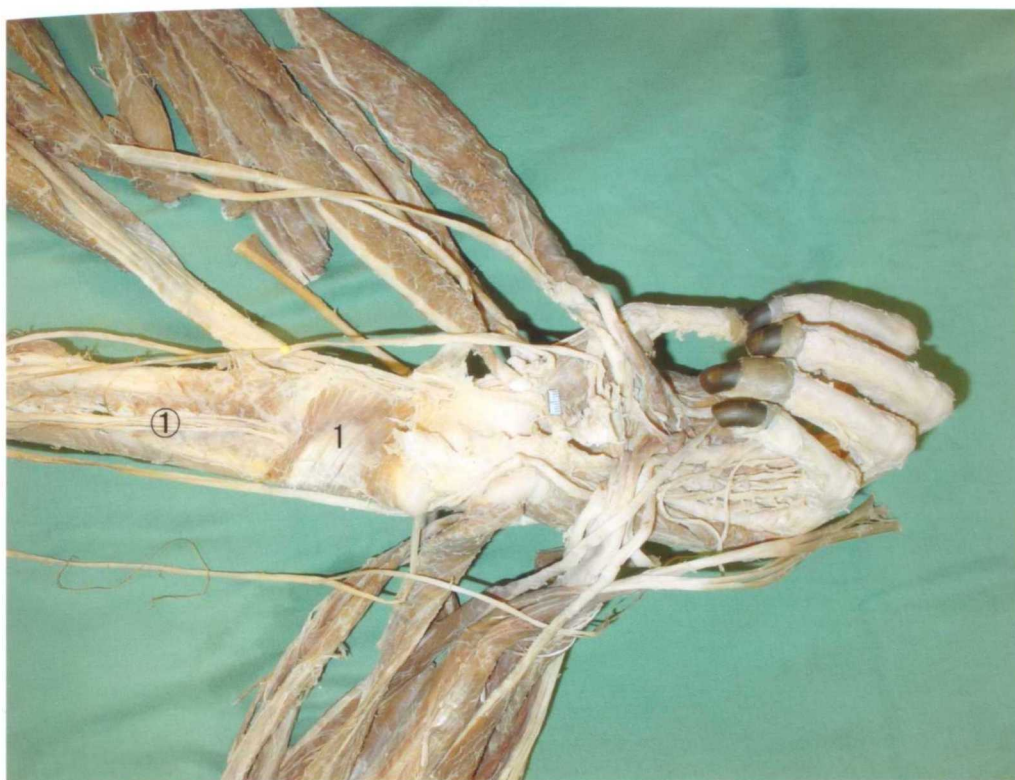


Fig. 6-17 : 左前腕部前面深層
1. 方形回內筋 ①. 正中神經

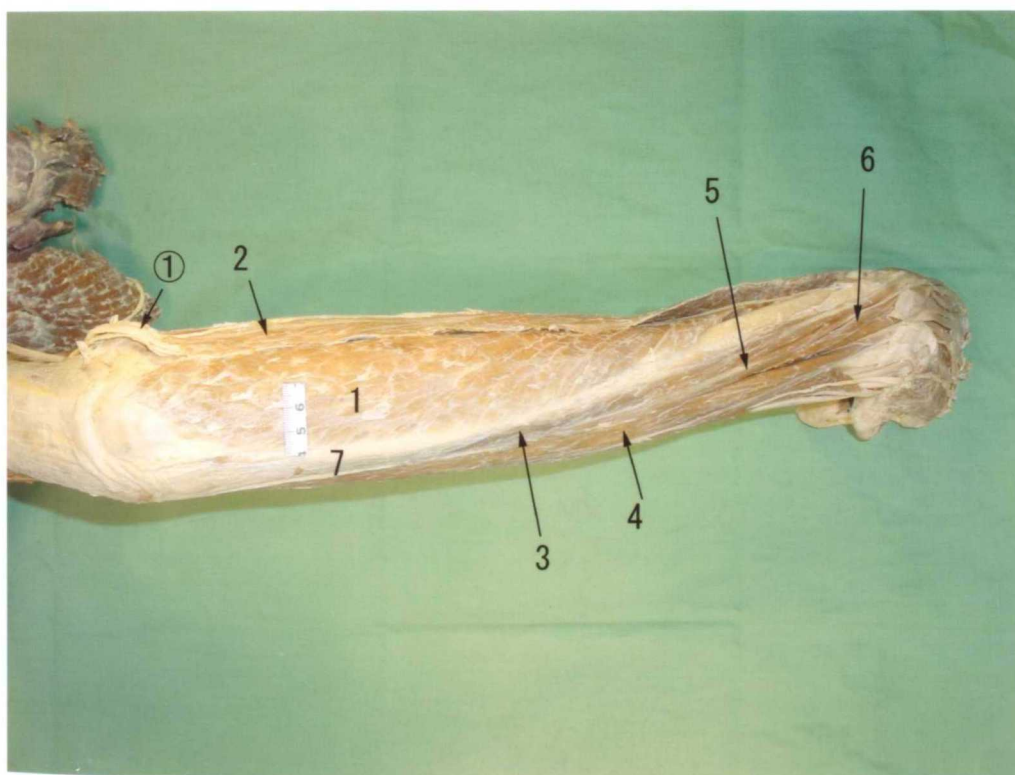


Fig. 6-18 : 左前腕部後面表層
1. 深指屈筋(尺骨頭) 2. 尺側手根屈筋 3. 尺骨手根伸筋 4. 指伸筋
5. 固有第五指伸筋 6. 固有第三指伸筋 7. 尺骨 ①. 尺骨神經

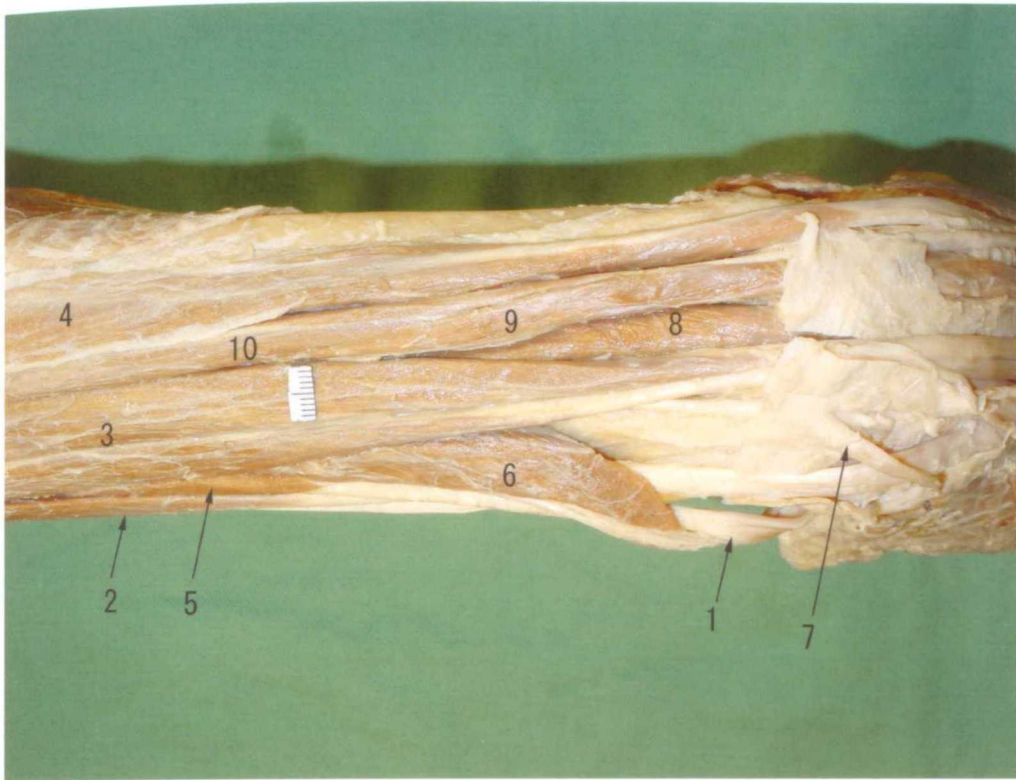


Fig. 6-19 : 左前腕部後面表層

1. 長橈側手根伸筋の腱
2. 短橈側手根伸筋
3. 指伸筋
4. 尺側手根伸筋
5. 長母指外転筋(橈側部)
6. 長母指外転筋(尺側部)
7. 長母指伸筋の腱
8. 固有第三指伸筋
9. 固有第四指伸筋
10. 固有第五指伸筋

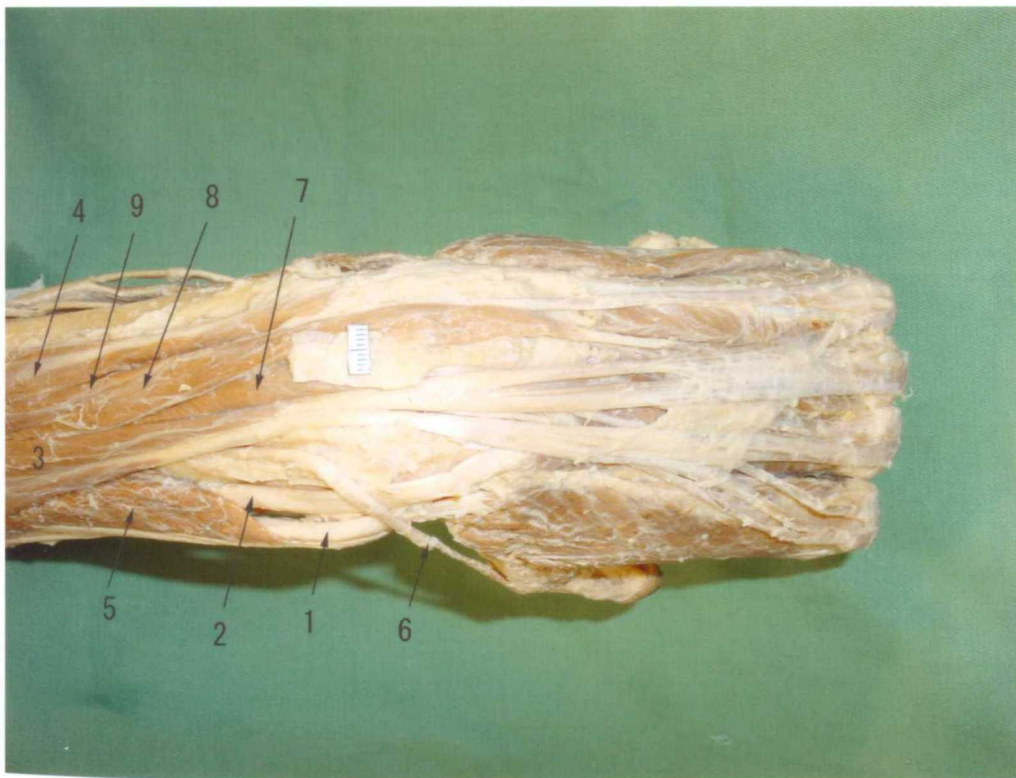


Fig. 6-20 : 左前腕部後面表層

1. 長橈側手根伸筋の腱
2. 短橈側手根伸筋の腱
3. 指伸筋
4. 尺側手根伸筋
5. 長母指外転筋
6. 長母指伸筋
7. 固有第三指伸筋
8. 固有第四指伸筋
9. 固有第五指伸筋

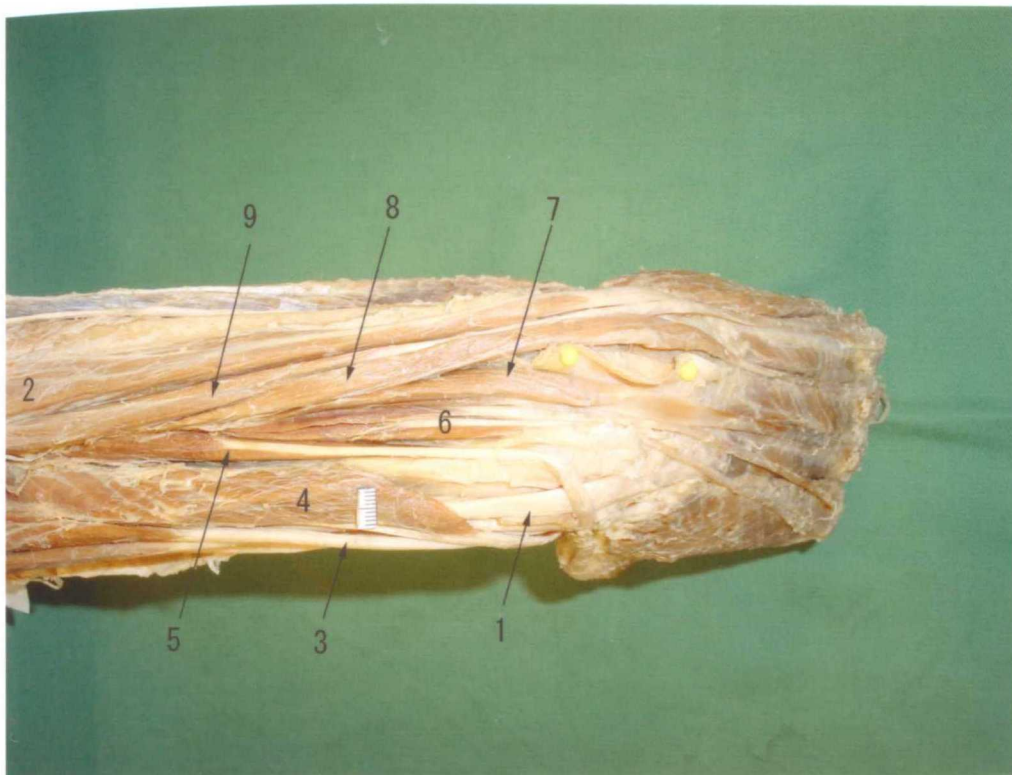


Fig. 6-21 : 左前腕部後面表層 Fig. 6-20より指伸筋を切除
 1. 短橈側手根伸筋の腱 2. 尺側手根伸筋 3. 長母指外転筋(橈側部)
 4. 長母指外転筋(尺側部) 5. 長母指伸筋 6. 固有第二指伸筋およびその副束
 7. 固有第三指伸筋 8. 固有第四指伸筋 9. 固有第五指伸筋

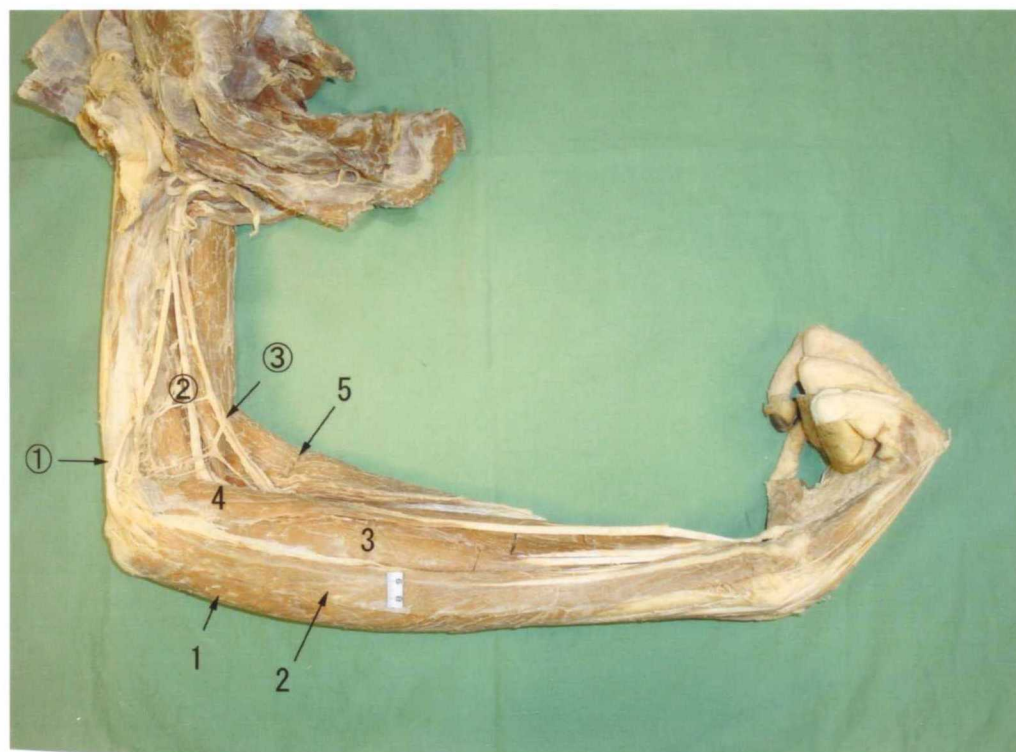


Fig. 6-22 : 左前腕部内側面表層
 1. 深指屈筋(尺骨頭) 2. 尺骨手根屈筋 3. 浅指屈筋(上腕頭) 4. 長掌筋
 5. 腕橈骨筋 ①. 尺骨神経 ②. 正中神経 ③. 上腕動・静脈

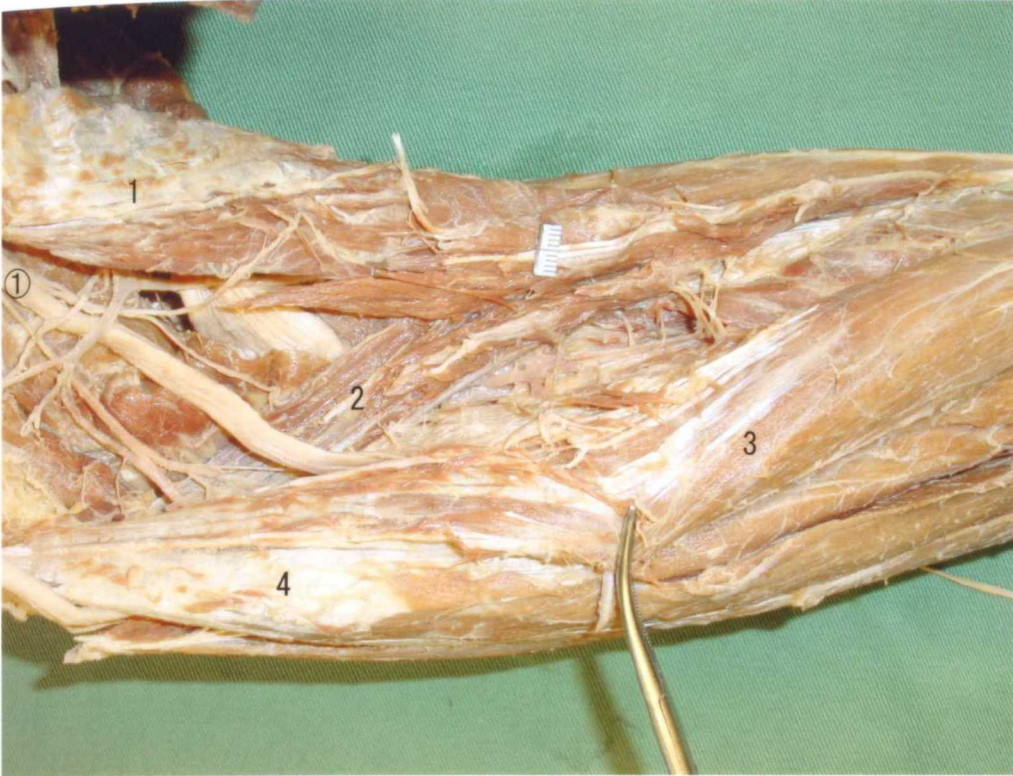


Fig. 6-23 : 左前腕部内側面 橈側手根屈筋の深層
 1. 円回内筋(上腕頭) 2. 円回内筋(尺骨頭) 3. 橈側手根屈筋
 4. 浅指屈筋 ①. 正中神経



Fig. 6-24 : 左前腕部内側面 尺側手根屈筋の深層
 1. 深指屈筋(尺骨頭) 2. 尺側手根屈筋 3. 浅指屈筋(尺骨頭)
 ①. 尺骨神経

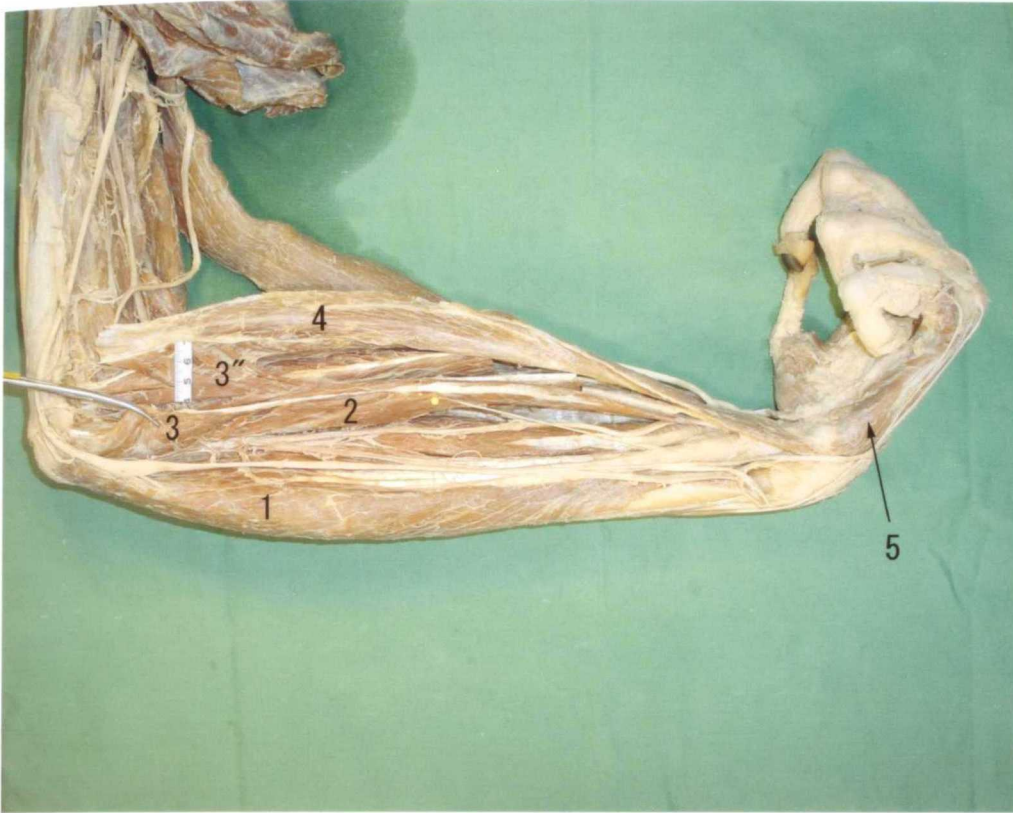


Fig. 6-25 : 左前腕部内側面 尺側手根屈筋の深層
 1. 深指屈筋(尺骨頭) 2. Gantzerの筋 3. 浅指屈筋(尺骨頭)
 3''. 浅指屈筋(上腕頭) 4. 尺側手根屈筋 5. 小指外転筋
 ①. 尺骨神経、尺骨動・静脈 ②. 正中神経



Fig. 6-26 : 左前腕部内側面 尺側手根屈筋の深層
 1. 深指屈筋 2. 浅指屈筋 3. 尺側手根屈筋 4. Gantzerの筋
 ①. 正中神経 ②. 尺骨神経

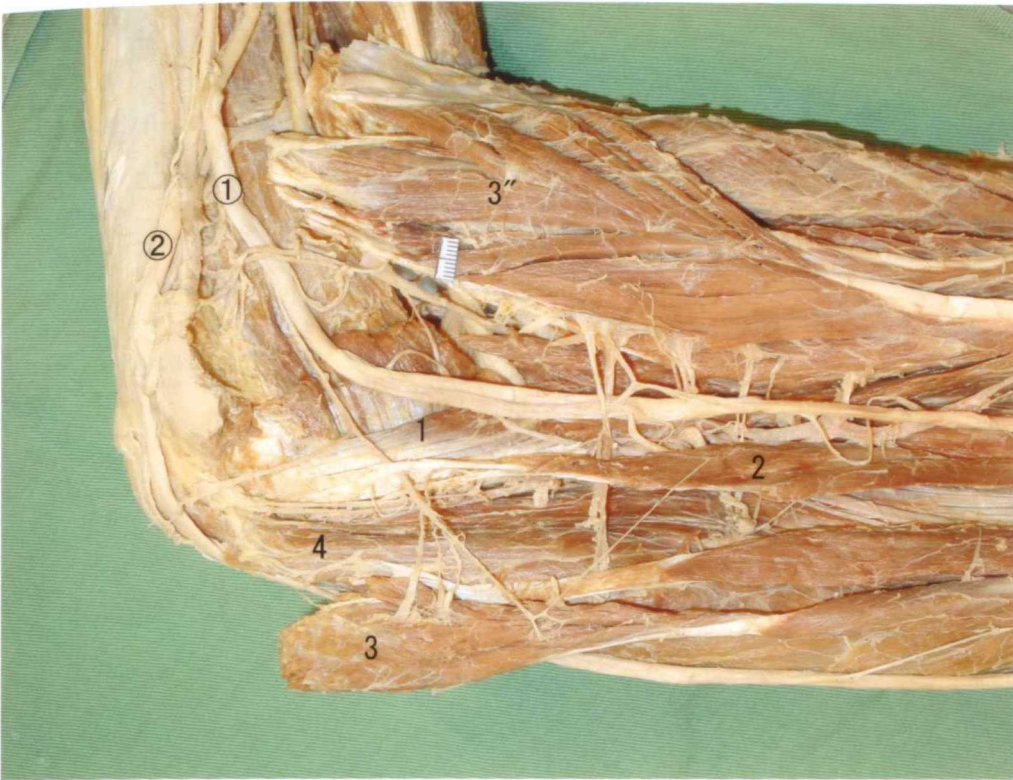


Fig. 6-27 : 左前腕部内側面深層

1. 円回内筋(尺骨頭) 2. Gantzerの筋 3. 浅指屈筋(尺骨頭)
3''. 浅指屈筋(上腕頭) 4. 深指屈筋 ①. 正中神経 ②. 尺骨神経



Fig. 6-28 : 左前腕部内側面深層

1. 深指屈筋(尺骨頭) 1''. 深指屈筋(橈骨頭) 2. 浅指屈筋
3. 橈側手根屈筋 4. 円回内筋 ①. 正中神経 ②. 上腕動・静脈
③. 橈骨動・静脈 ④. 尺骨動・静脈

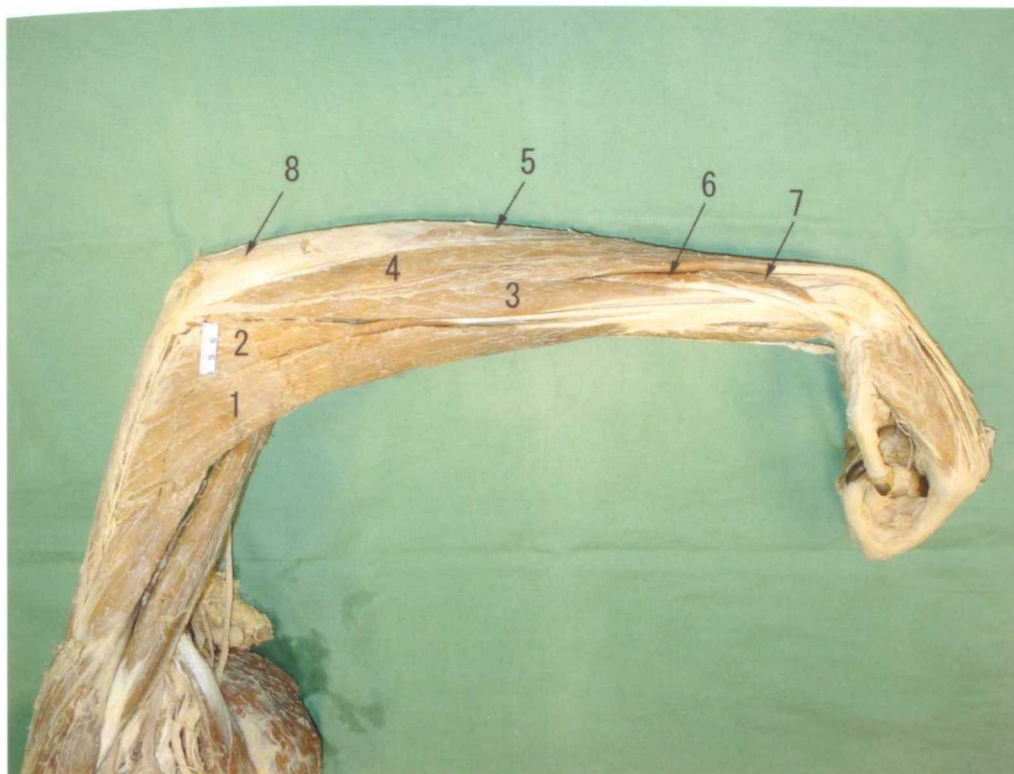


Fig. 6-29 : 左前腕部外側面表層

1. 腕橈骨筋 2. 長橈側手根伸筋 3. 短橈側手根伸筋 4. 指伸筋
5. 尺側手根伸筋 6. 長母指外転筋(橈側部) 7. 長母指外転筋(尺側部)
8. 肘筋



Fig. 6-30 : 左前腕部外側面表層遠位部

1. 腕橈骨筋 2. 長橈側手根伸筋 3. 短橈側手根伸筋 4. 指伸筋
5. 尺側手根伸筋 6. 長母指外転筋(橈側部) 7. 長母指外転筋(尺側部)
8. 長母指伸筋の腱 9. 固有第五指伸筋



Fig. 6-31 : 左前腕部外側面 腕橈骨筋の深層

1. 腕橈骨筋 2. 長橈側手根伸筋 3. 回外筋

①. 橈骨神経 ②. 上腕動・静脈 ③. 橈骨動・静脈 ④. 後骨間動・静脈

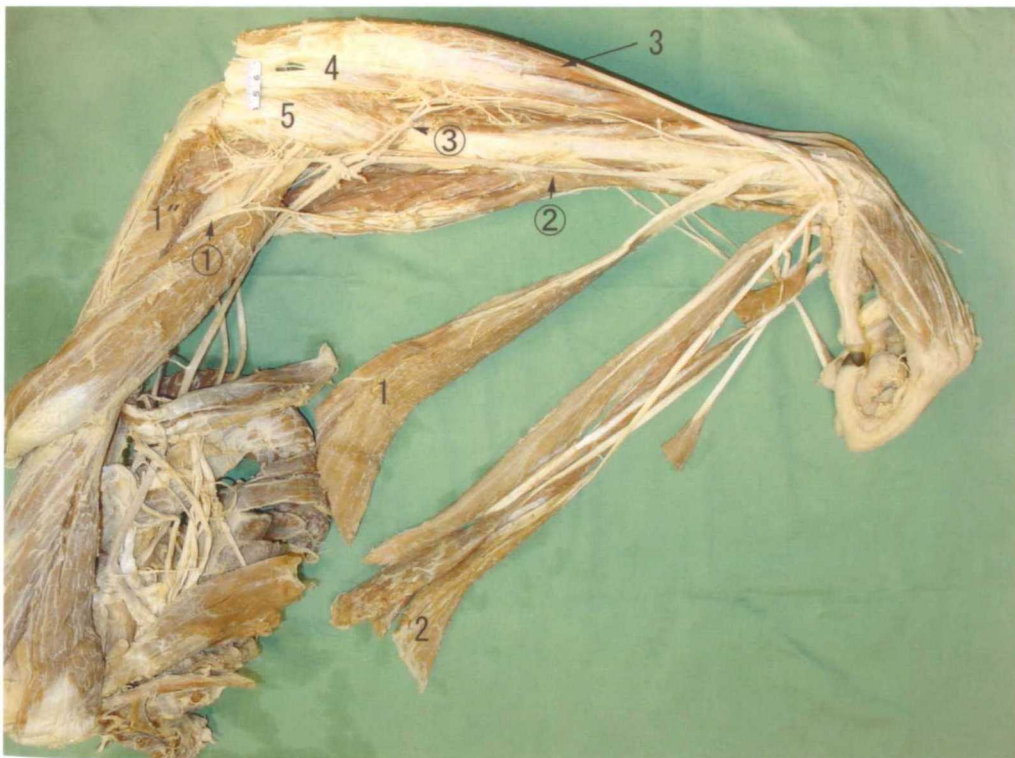


Fig. 6-32 : 左前腕部外側面 指伸筋の深層

1および1". 腕橈骨筋 2. 長橈側手根伸筋 3. 短橈側手根伸筋 4. 指伸筋

5. 回外筋 ①. 橈骨神経 ②. 橈骨動・静脈 ③. 後骨間動・静脈

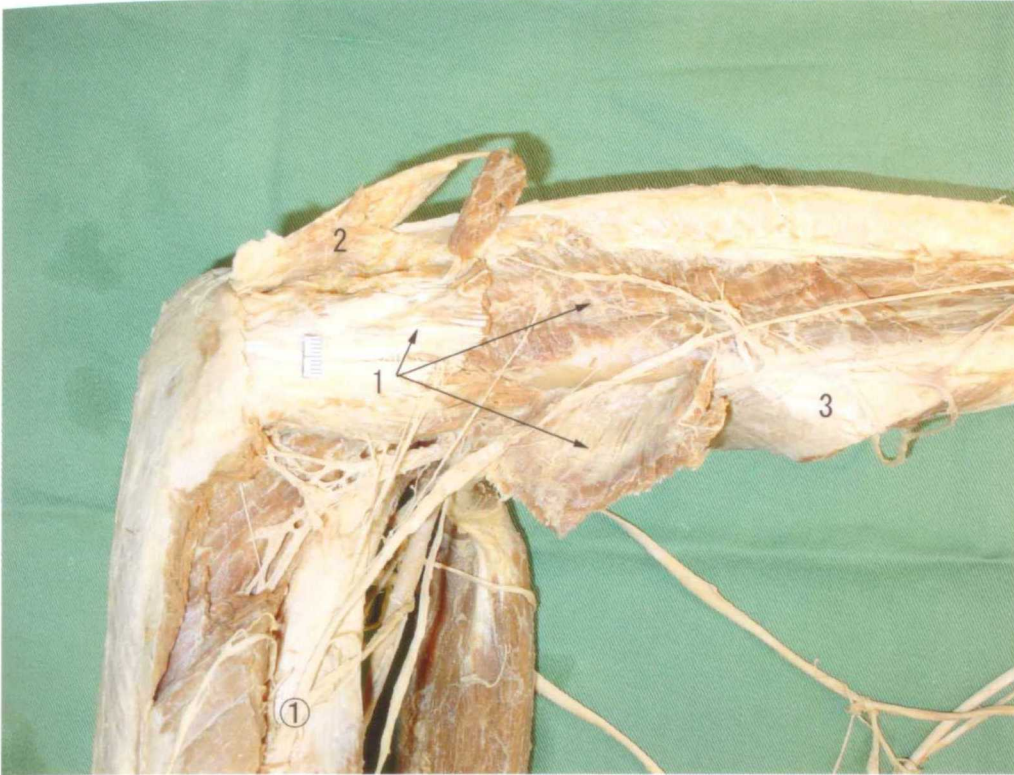


Fig. 6-33 : 左前腕部外側面深層 回外筋の一部を切断
 1. 回外筋 2. 肘筋 3. 円回内筋 ①. 橈骨神経

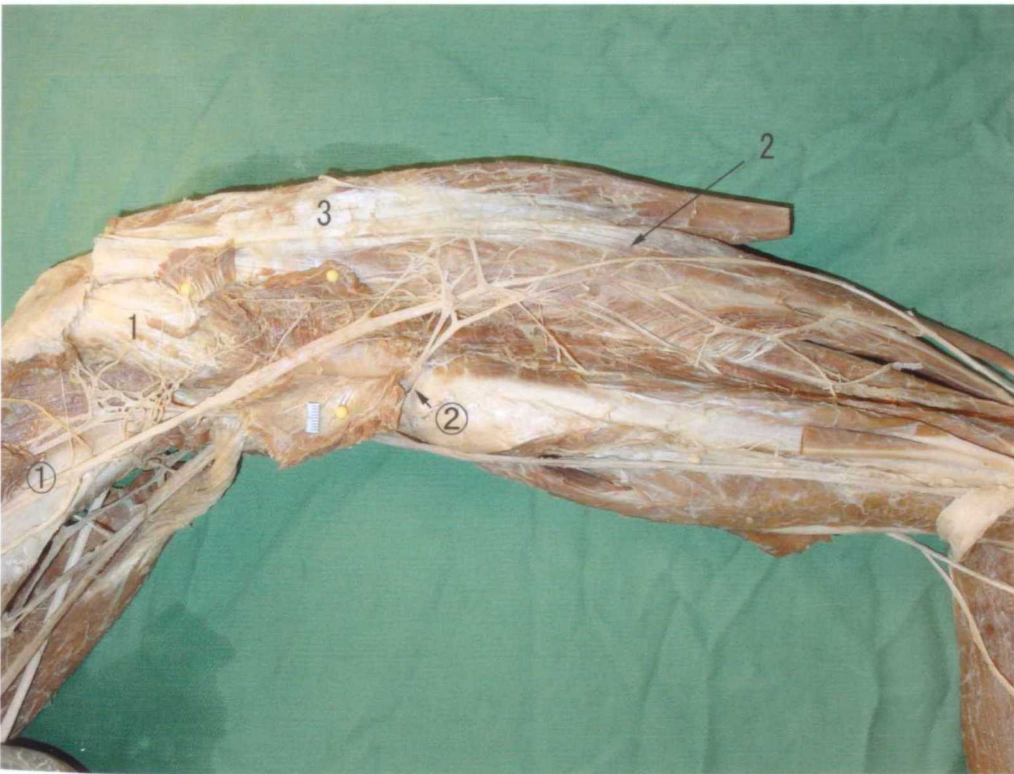


Fig. 6-34 : 左前腕部外側面深層近位部
 1. 回外筋 2. 指伸筋 3. 短橈側手根伸筋
 ①. 橈骨神経 ②. 後骨間動・静脈



Fig. 6-35 : 左前腕部外側面深層遠位部
 1. 固有第五指伸筋 2. 固有第四指伸筋
 ①. 橈骨神經 ②. 後骨間動・靜脈

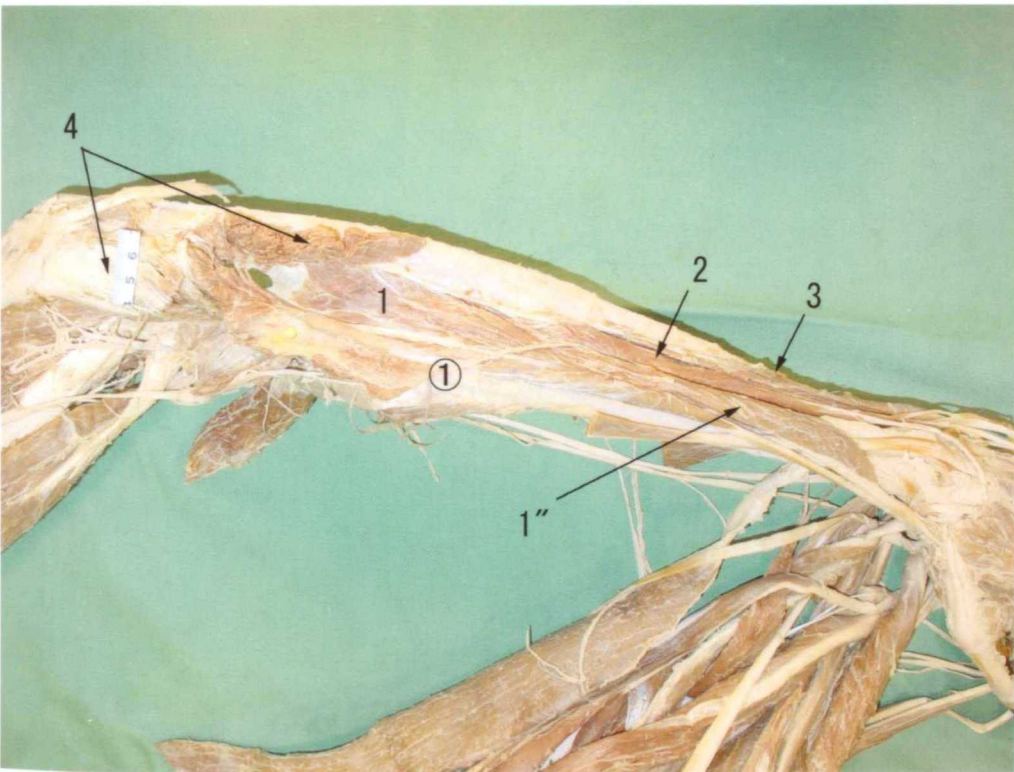


Fig. 6-36 : 左前腕部外側面深層
 1. 長母指外轉筋(橈側部) 1''. 長母指外轉筋(尺側部)
 2. 長母指伸筋 3. 固有第二指伸筋 4. 回外筋 ①. 橈骨神經

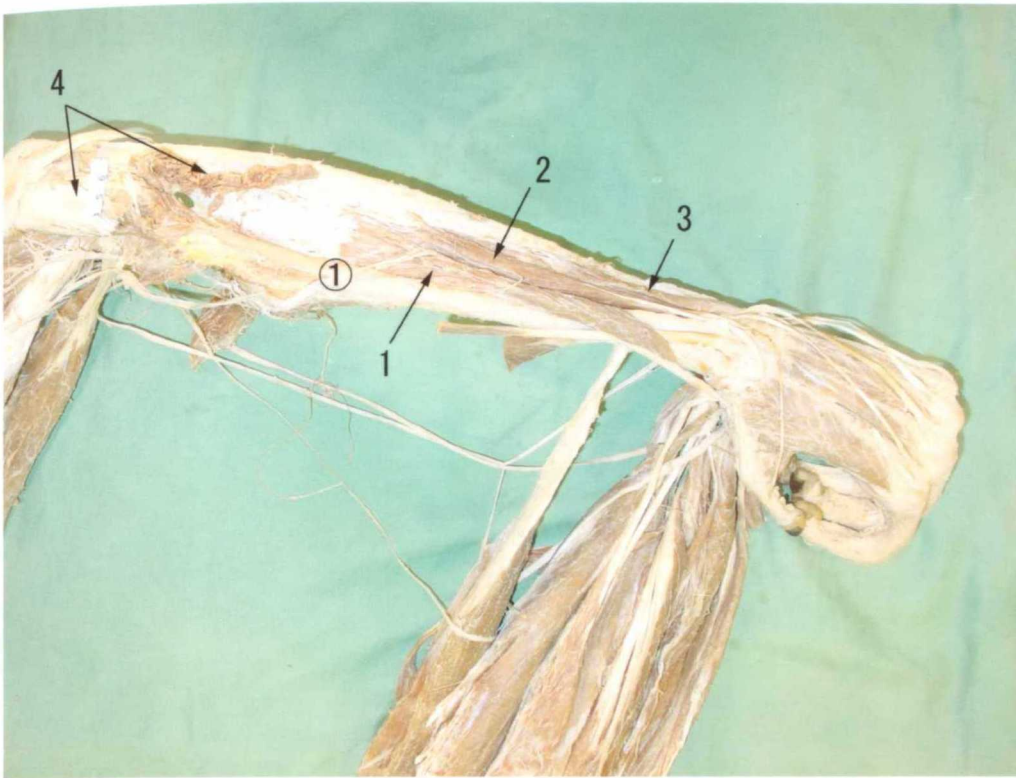


Fig. 6-37 : 左前腕部外側面深層 Fig. 6-36より長母指外転筋(橈側部)を剥離
 1. 長母指外転筋(尺側部) 2. 長母指伸筋 3. 固有第二指伸筋 4. 回外筋
 ①. 橈骨神経



Fig. 6-38 : 左前腕部外側面深層 Fig. 6-より長母指外転筋(尺側部)を剥離
 1. 長母指伸筋 2. 固有第二指伸筋の副束 3. 回外筋 ①. 橈骨神経

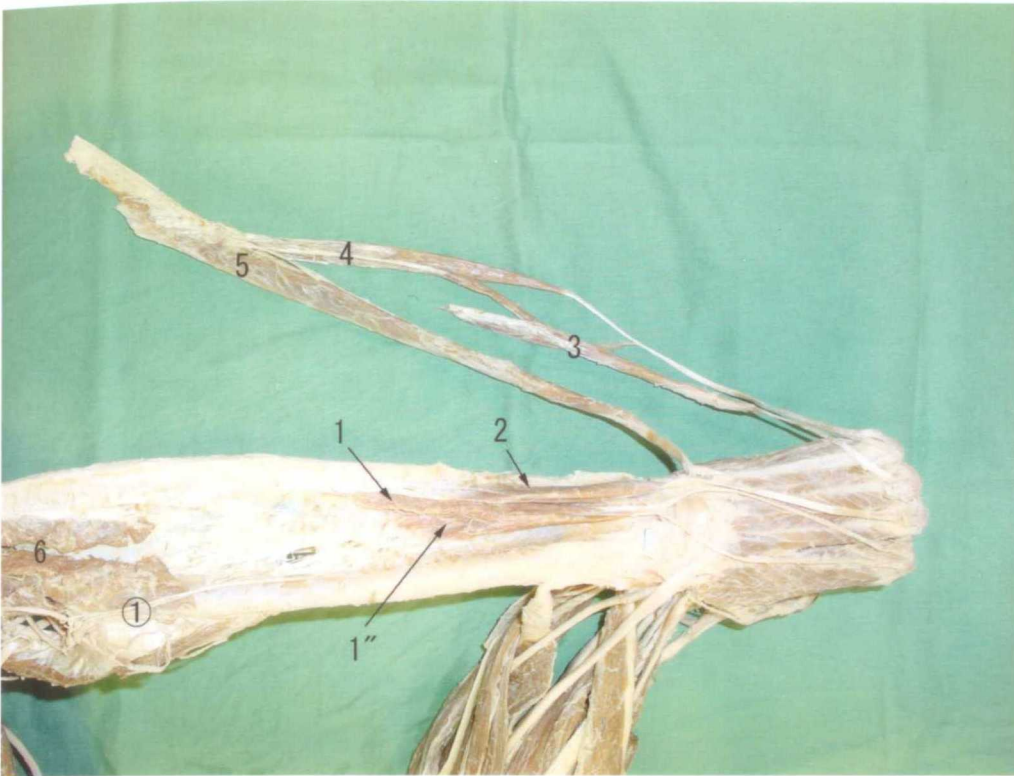


Fig. 6-39 : 左前腕部外側面深層 Fig. 6-38より長母指伸筋を剥離
 1. 固有第二指伸筋 1'' 固有第二指伸筋腱の副索 2. 固有第三指伸筋
 3. 固有第四指伸筋 4. 固有第五指伸筋 5. 尺側手根伸筋 6. 回外筋
 ①. 橈骨神経



Fig. 6-40 : 右手部背側面表層
 1. 指伸筋腱 2. 固有第二指伸筋腱 3. 固有第三指伸筋腱
 4. 固有第四指伸筋腱 5. 固有第五指伸筋腱

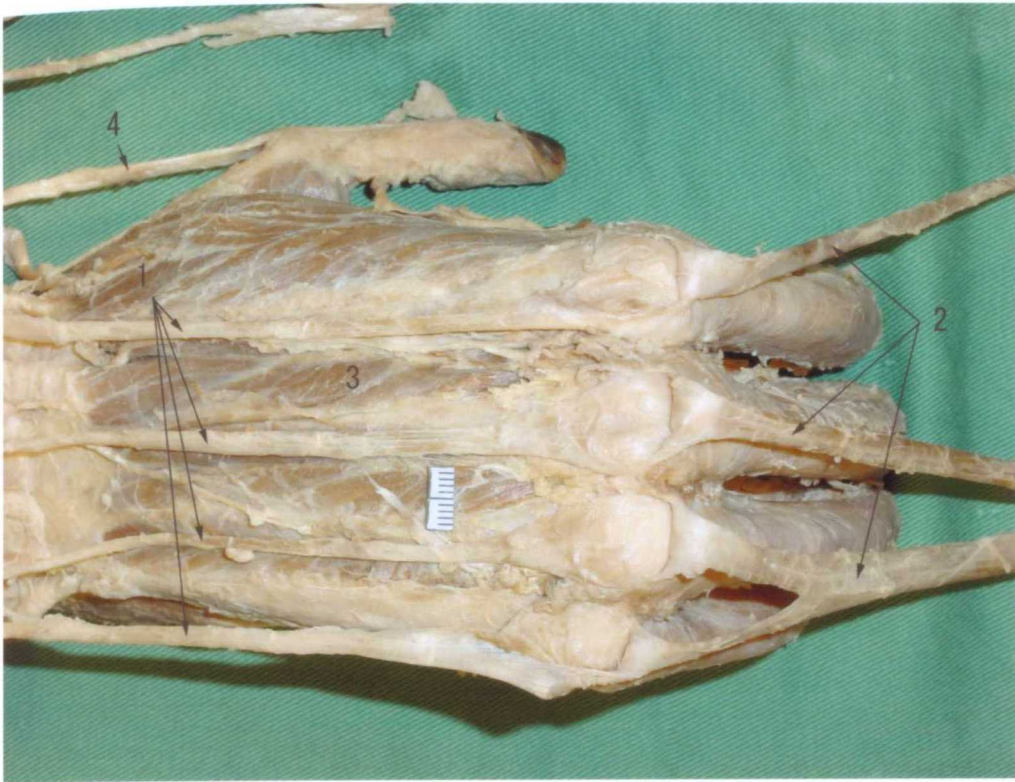


Fig. 6-41 : 右手部背側面 Fig. 6-40より指伸筋腱を反転
 1. 固有第二、三、四、五指伸筋腱 2. 指伸筋腱 3. 第二背側骨間筋
 4. 長母指伸筋腱

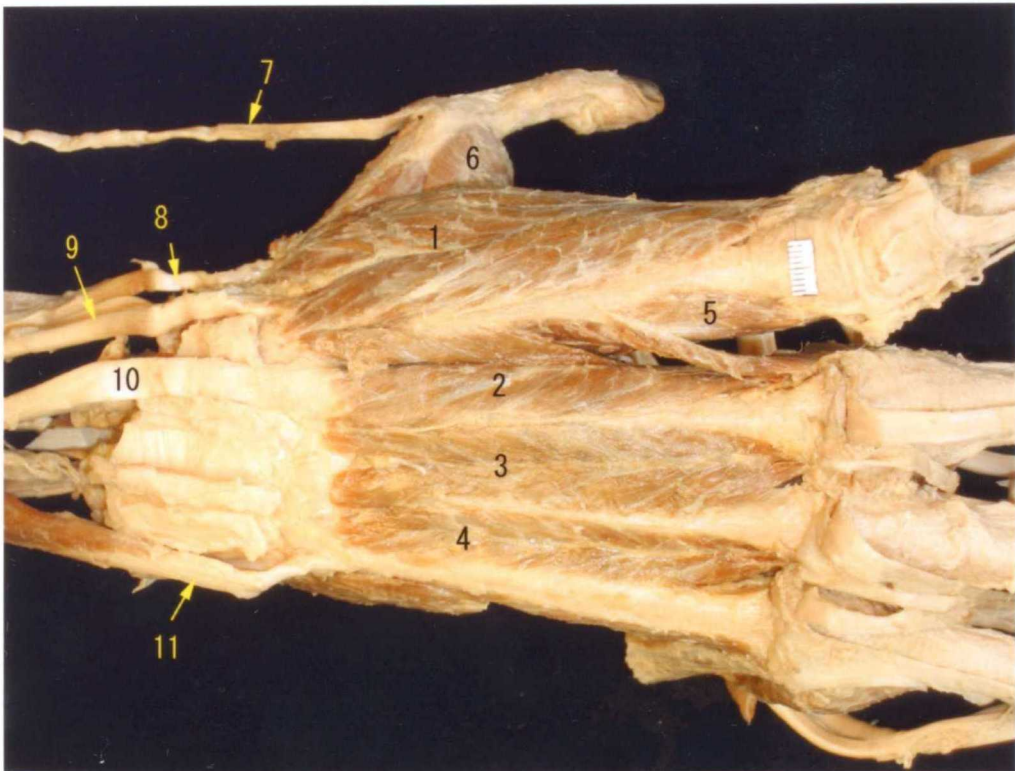


Fig. 6-42 : 右手部背側面 Fig. 6-41より固有指伸筋腱を反転
 1. 第一背側骨間筋 2. 第二背側骨間筋 3. 第三背側骨間筋 4. 第四背側骨間筋
 5. 第一掌側骨間筋 6. 母指内転筋 7. 長母指伸筋腱 8. 長母指外転筋腱
 9. 長橈側手根伸筋腱 10. 短橈側手根伸筋腱 11. 尺側手根伸筋

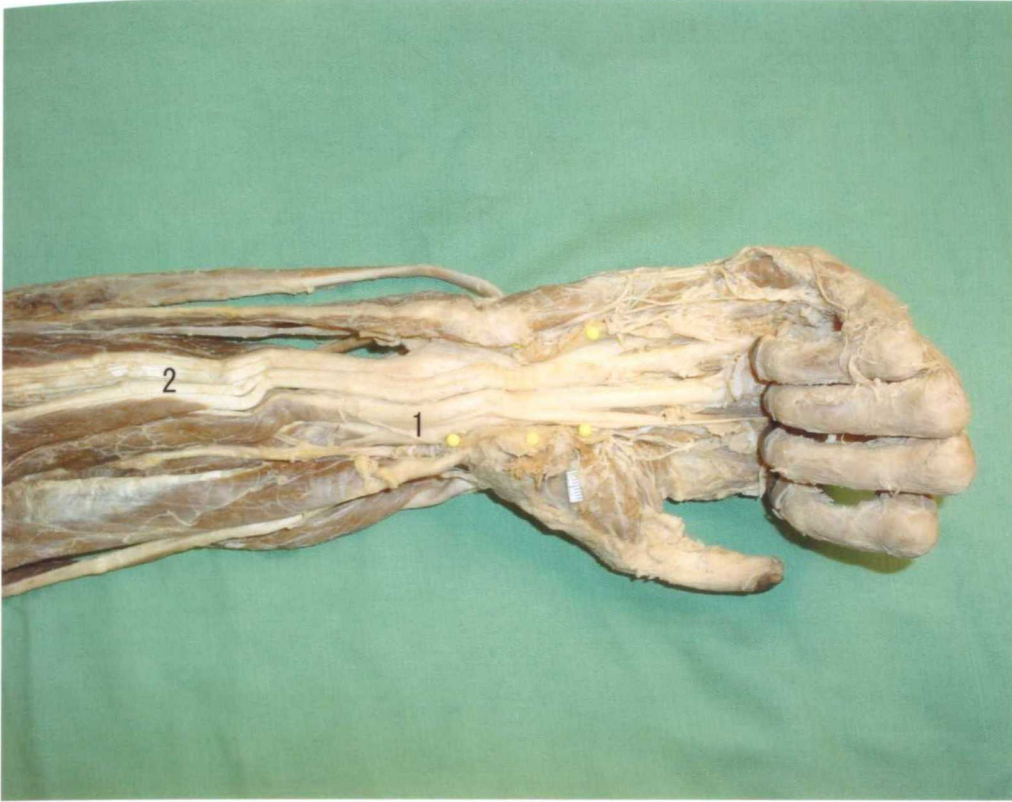


Fig. 6-43 : 右手部掌側面表層
1. 浅指屈筋 2. 深指屈筋



Fig. 6-44 : 右手部掌側面 Fig. 6-43より浅指屈筋を剥離
1. 深指屈筋 2. 浅指屈筋腱 3. 虫様筋 4. 短母指外転筋 5. 母指内転筋
6. 小指外転筋 7. 短小指筋 ①. 橈骨神経

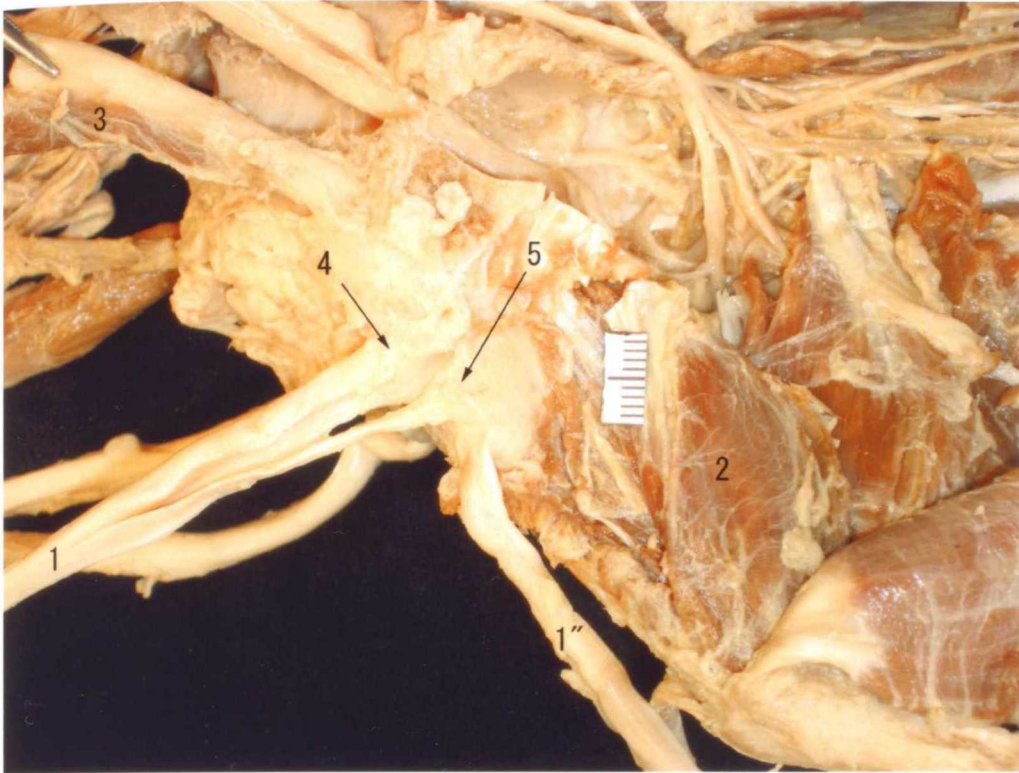


Fig. 6-45 : 右第一中手骨底掌側面

1. 長母指外轉筋(橈側部)腱 1'' 長母指外轉筋(尺骨部)腱
2. 短母指屈筋
3. 橈側手根屈筋
4. 種子骨掌側面
5. 第一中手骨底外側面

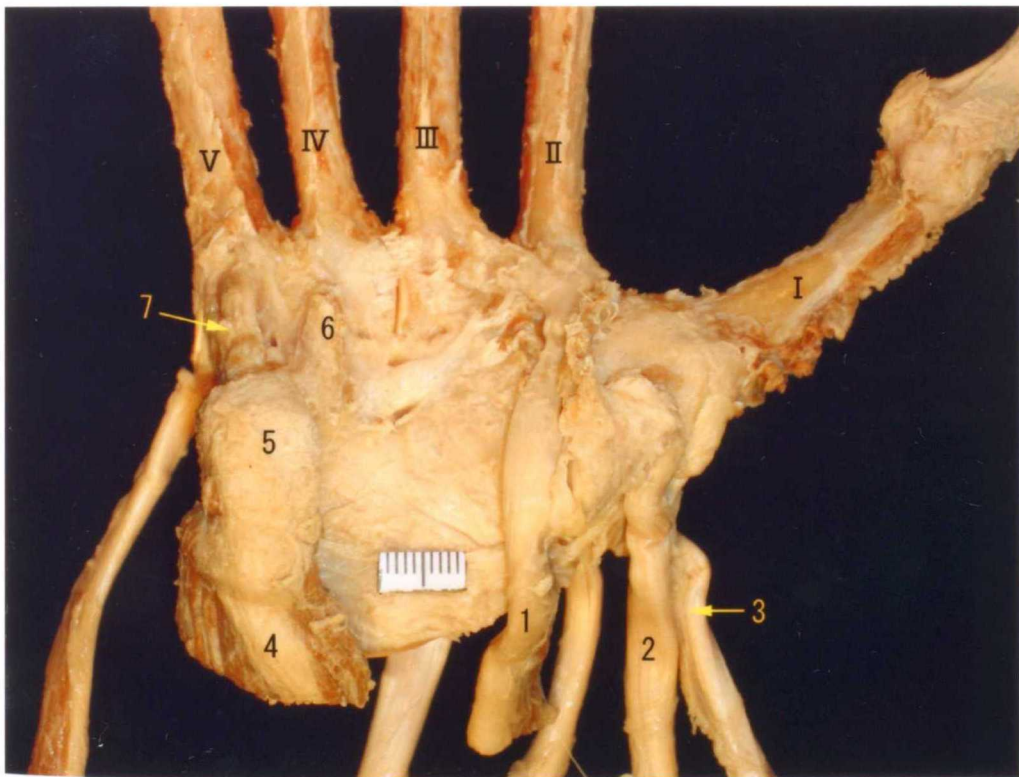


Fig. 6-46 : 右手部掌側面深層

1. 橈側手根屈筋腱
2. 長母指外轉筋(橈側部)腱
3. 長母指外轉筋(尺骨部)腱
4. 尺側手根屈筋腱
5. 豆狀骨
6. 有鈎骨
7. 豆中手韌帶

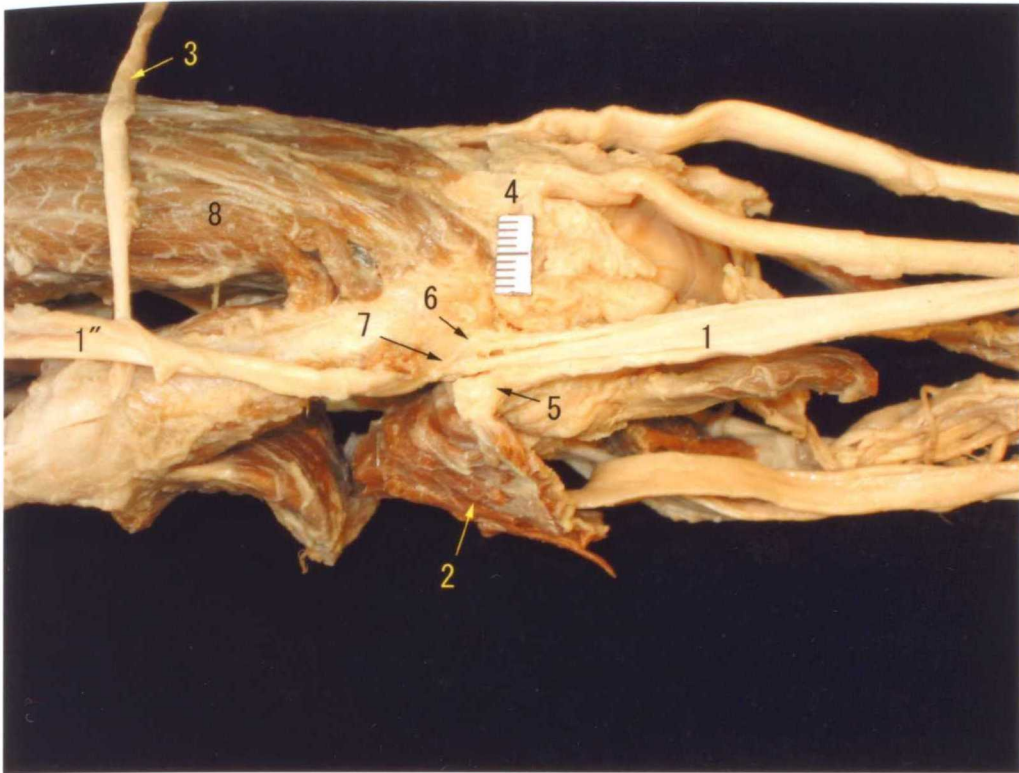


Fig. 6-47 : 右手部橈側面 母指対立筋を切断

1. 長母指外転筋(橈側部)腱 1". 長母指外転筋(尺骨部)腱 2. 母指対立筋
3. 長母指伸筋腱 4. 長橈側手根伸筋 5. 種子骨掌面 6. 大菱形骨外側面
7. 第一中手骨底外側面 8. 背側骨間筋

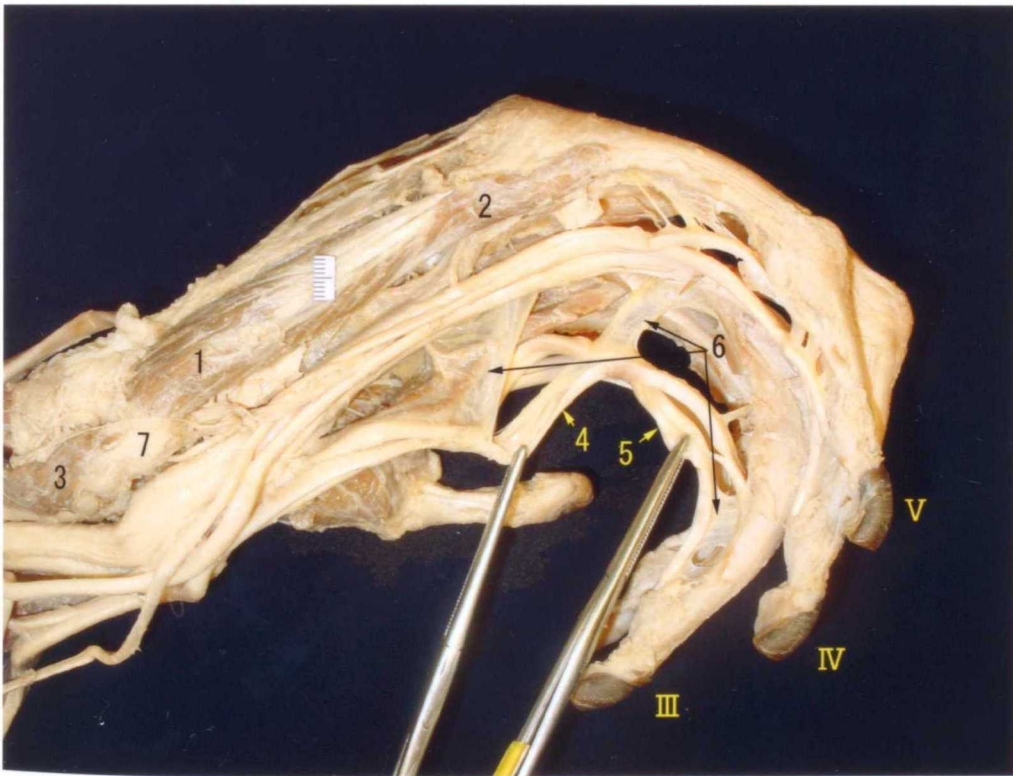


Fig. 6-48 : 右手部尺側面表層

1. 小指外転筋 2. 短小指屈筋 3. 尺側手根屈筋 4. 浅指屈筋腱
5. 深指屈筋腱 6. 腱紐 7. 豆状骨



Fig. 6-49 : 右手部尺側面深層

- 1. 小指外転筋 2. 短小指屈筋 3. 小指対立筋 4. 尺側手根屈筋
- 5. 尺側手根伸筋腱

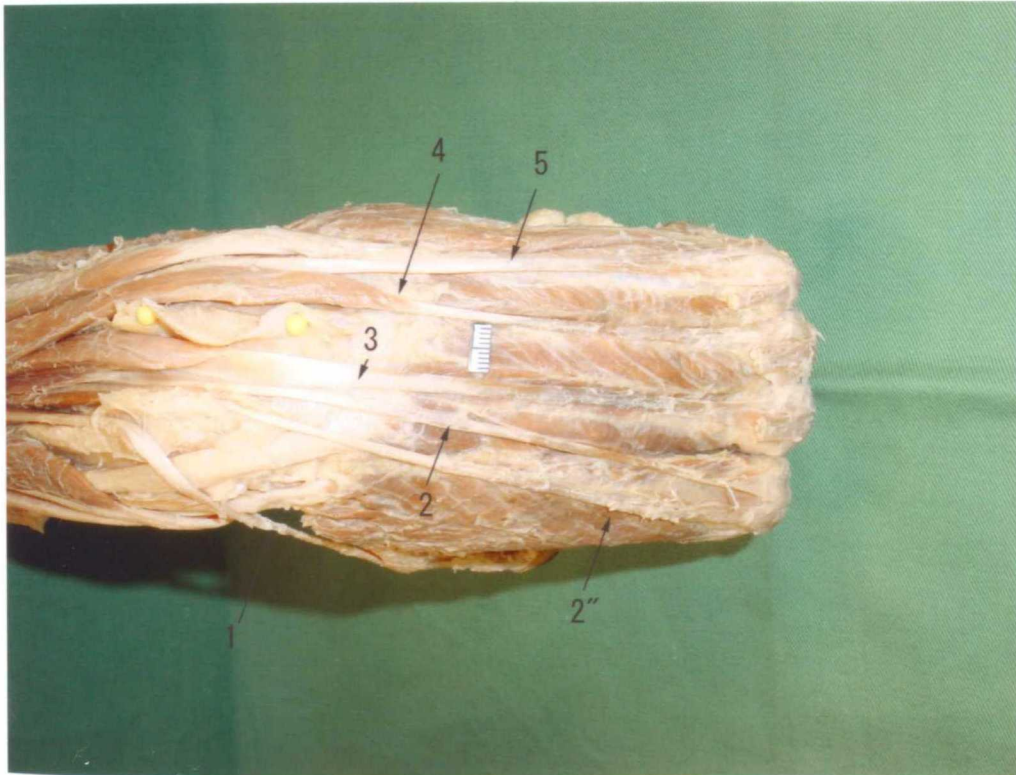


Fig. 6-50 : 左手部背側面 指伸筋を切除

- 1. 長母指伸筋 2. 固有第二指伸筋腱 2. 固有第二指伸筋腱副索の腱
- 3. 固有第三指伸筋腱 4. 固有第四指伸筋腱 5. 固有第五指伸筋腱

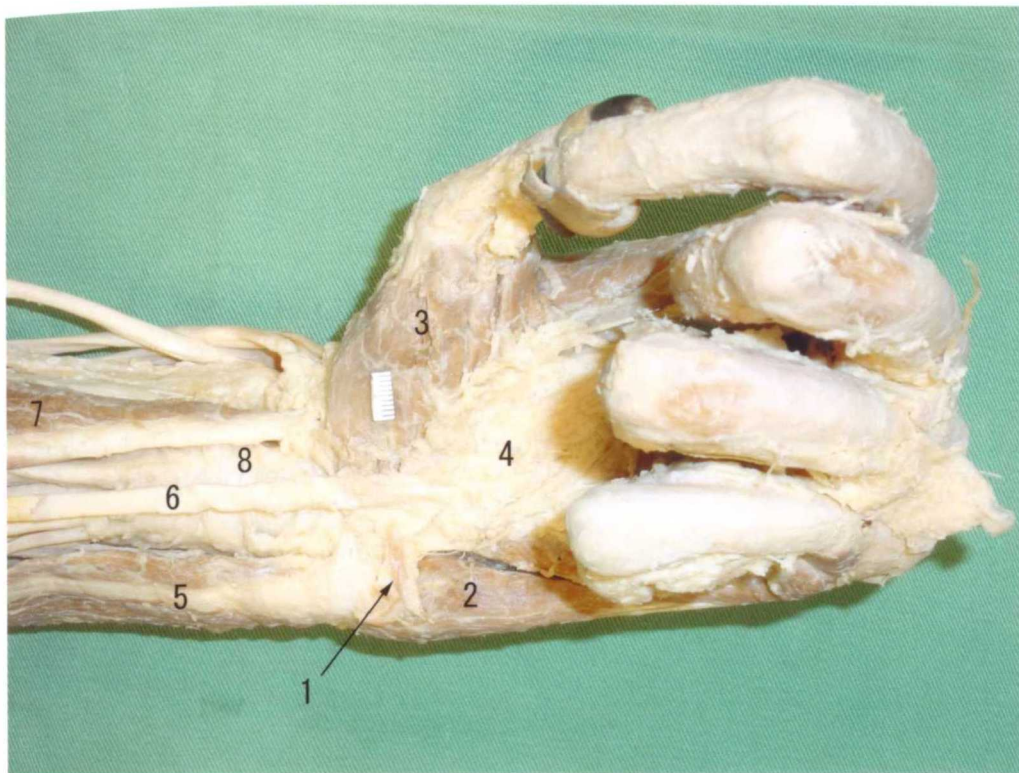


Fig. 6-51 : 左手部掌側面表層

1. 短掌筋 2. 小指外転筋 3. 短母指外転筋 4. 手掌腱膜 5. 尺側手根屈筋
6. 長掌筋 7. 橈側手根屈筋 8. 浅指屈筋

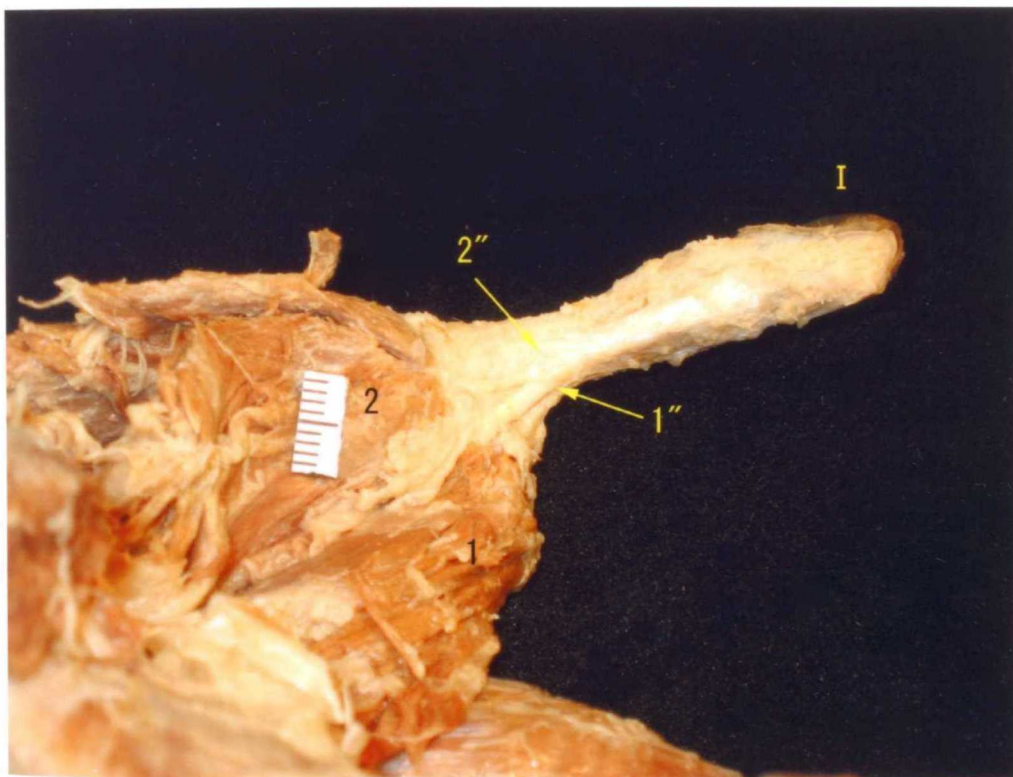


Fig. 6-52 : 左第一指掌側面

1. 母指内転筋 1'' 母指内転筋の腱
2. 短母指屈筋 2'' 短母指内転筋の腱

第七章

指背腱膜に関する肉眼解剖学的検討

第一節 緒言

指背腱膜は、指の背側に位置し、基節骨・中節骨・末節骨を覆うように存在する腱膜で、指伸筋、骨間筋、虫様筋の腱から構成されている。指伸筋腱は基節骨背面で1本の中央索と2本の側索への腱線維に分かれ、中央索・側索は骨間筋腱・虫様筋腱からの線維とともにそれぞれ中節骨・末節骨底の背面に停止する。また、これらの補助機構として矢状索、骨間筋腱膜、支靭帯、三角靭帯が存在する。このような細かい構造は、指の伸展・屈曲をスムーズに行なうための機構として働く。例えば、中間位にある指を伸展させる際、指伸筋が中手指節関節 (metacarpophalangeal joint ; 以下、MP 関節とする) を伸展させると同時に、骨間筋・虫様筋が近位指節間関節 (proximal interphalangeal joint ; 以下、PIP 関節とする) および遠位指節間関節 (distal interphalangeal joint ; 以下、DIP 関節とする) を伸展させる。さらに、この PIP 関節が伸展すると、斜支靭帯が伸び、連動している側索も緊張し、DIP 関節が伸展される。逆に屈曲させるときには、浅指・深指屈筋がそれぞれ PIP・DIP 関節を屈曲させる。また、それと同時に骨間筋・虫様筋の働きを助け、MP 関節の屈曲に関与する。このとき、矢状索が末梢に移動し、MP 関節の屈曲を助ける。さらに、指屈筋腱が腱鞘を押すと、それと連動している横支靭帯が掌側に引っ張られ、これにより、側索は関節の側方まで引き下げられ、機能的な腱の延長が起こり、DIP 関節の屈曲を可能にしている [Fig. 7-1]。

前章でも述べたとおり、オランウータンには、指伸筋とは別に、第二指と第五指だけではなく、第三指と第四指にもそれぞれ固有指伸筋が認められた [Fig. 7-2]。このことから、指背腱膜においてもそれに伴った特徴や、第二指から第五指の指骨の特殊化 (指骨の伸長、基節骨と中節骨の湾曲、横 1 列に並んだ第三指、第四指、第五指の近位指節間関節、中手指節関節と指節間関節の広範な可動域等) を反映する特徴が認められるのではないかと考え、指背腱膜の肉眼解剖学的観察を行い、ヒトとの比較を行った。

第二節 材料と方法

本章では、メスのオランウータン1頭の左右上肢を用いて、肉眼解剖学的に観察を行った。

第三節 結果

オランウータンの固有指伸筋腱は、それぞれ主に MP 関節の関節包と基節骨底背面に停止していたが、一部は指背腱膜に加わっていた [Fig. 7-3]。矢状索は、MP 関節の側方から指背に至って指伸筋腱に停止し、骨間筋腱膜も両側の骨間筋腱から起こり、矢状索同様、指伸筋腱に停止していた [Figs. 7-4, 5]。また、矢状索および骨間筋腱膜を除去すると、指背腱膜の中央索線維は末梢に向かって放射状に走り、幅が広がっていた [Fig. 7-6]。さらに、骨間筋腱の中央索線維を除去すると、その下には指伸筋腱の側索線維と骨間筋腱の側索線維が認められた [Fig. 7-7]。横支靭帯は、腱鞘から PIP 関節の側面を垂直に走り、側索の外縁に停止し、斜支靭帯は、基節骨遠位から末梢背側に向かって走り、側索に合流していた [Figs. 7-8, 11]。この2本の支靭帯は、PIP 関節と DIP 関節の伸展・屈曲に同時性を持たせていた。側索は、中央索の両側から分かれ、中節骨の背面を末梢に向かって走行していた [Figs. 7-9~11]。また、この2本の側索は合流して末節骨底背面に停止していた。この2本の側索間には、間を結ぶ三角形の靭帯、三角靭帯が存在した。

第四節 考察

観察の結果から、オランウータンの指背腱膜は、ヒトとほぼ同様の構造を持ち、オランウータンにも指の伸展・屈曲をスムーズに行なうための機構が備わっていることが明らかとなった。しかし、オランウータンにおいて、中央索の幅はヒトよりも広く、さらに、第三指と第四指にも認められた固有指伸筋腱の一部が指背腱膜に加わることで、指背腱膜の幅を増強させていた。また、横支靭帯と斜支靭帯は、PIP 関節と DIP 関節の伸展・屈曲に同時性を持たせていたが、これは、横 1 列に並んだ第三指、第四指、第五指の PIP 関節と DIP 関節が同時に伸展・屈曲することで、ブラキエーションの際の把握やぶら下がりをよりスムーズにし、また、瞬時に枝を確実に捉えるために役立っていると考えられた。

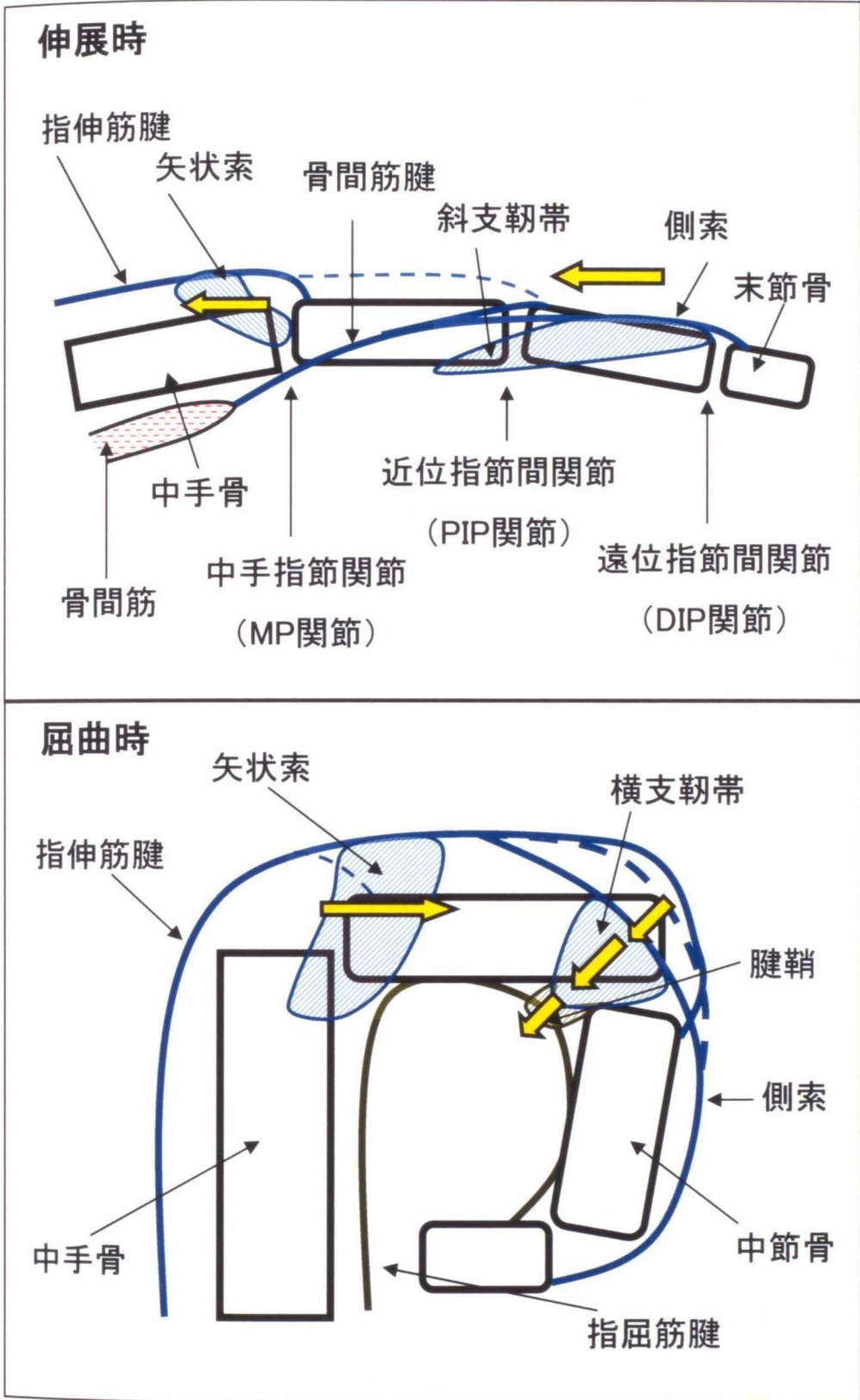


Fig. 7-1 : ヒトの指の伸展・屈曲機構 伸展時(上)屈曲(下)

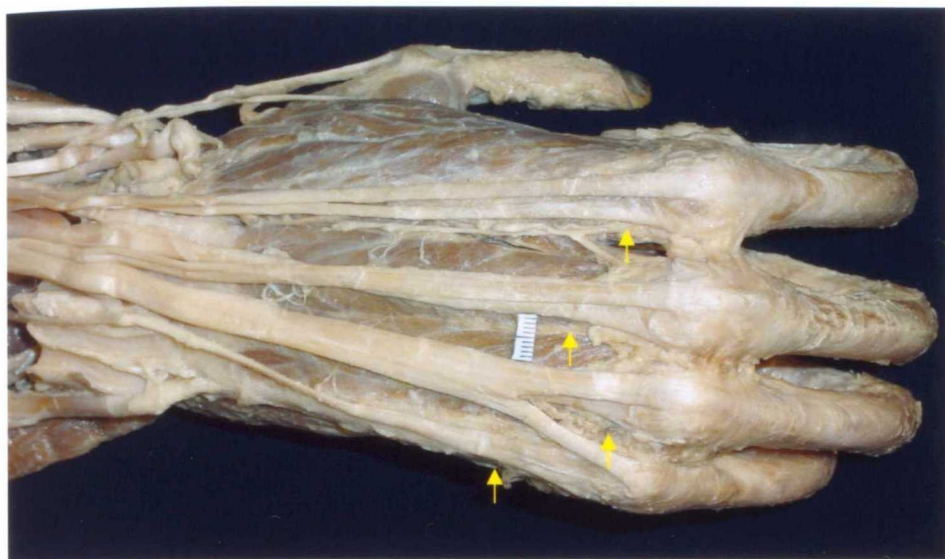


Fig. 7-2 : 右手部背側面
指伸筋とは別に第二～第五指への固有指伸筋が認められた(→)。

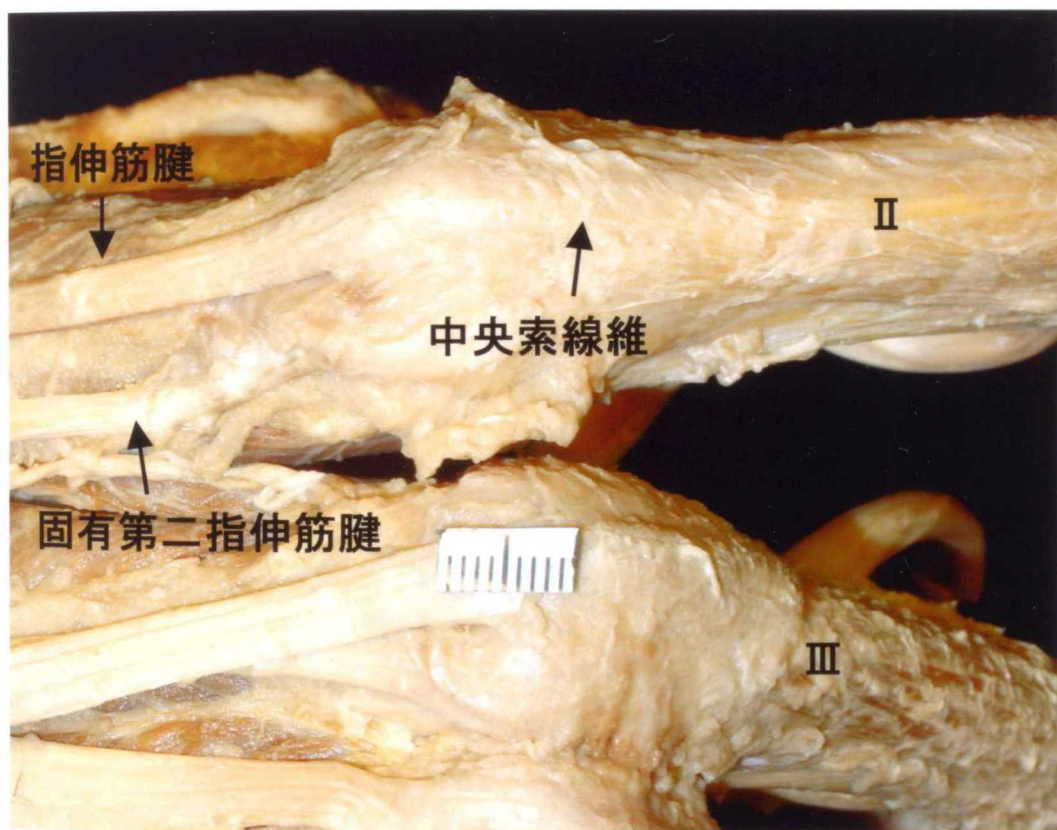


Fig. 7-3 : 右手部背側面 第二指および第三指のMP関節周囲
固有指伸筋腱の一部が指背腱膜に加わる。

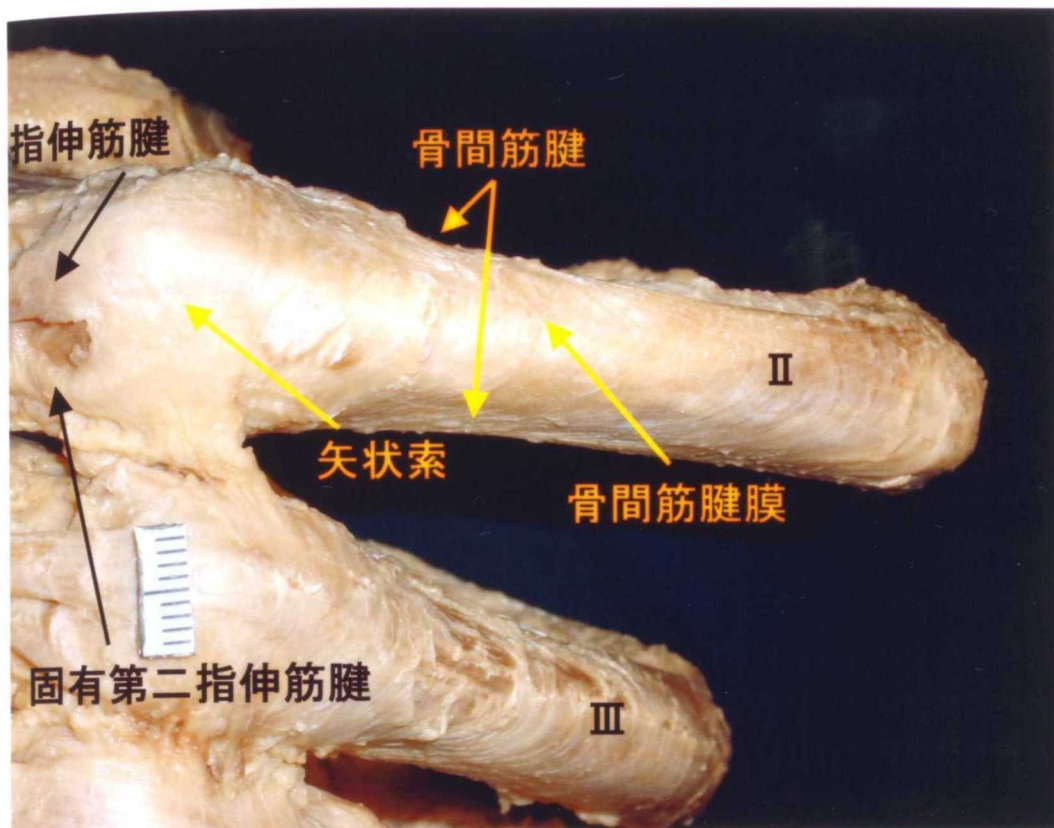


Fig. 7-4 : 右第二指背側面
 矢状索はMP関節の側方から指背に至り指伸筋腱に停止する。
 骨間筋腱膜は両側の骨間筋腱から起こり指伸筋腱に停止する。

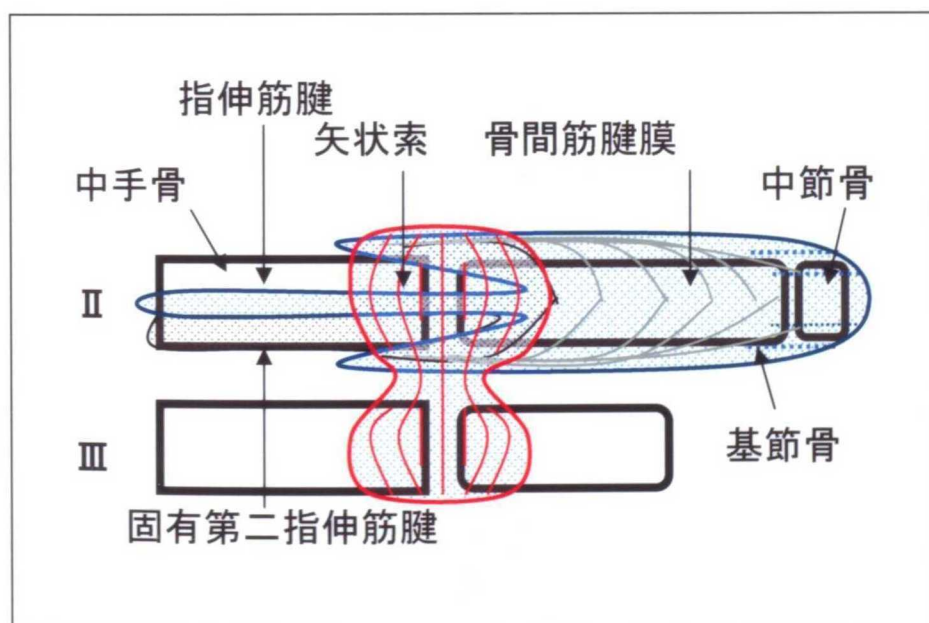


Fig. 7-5 : 右第二指背側面 Fig. 7-4の模式図

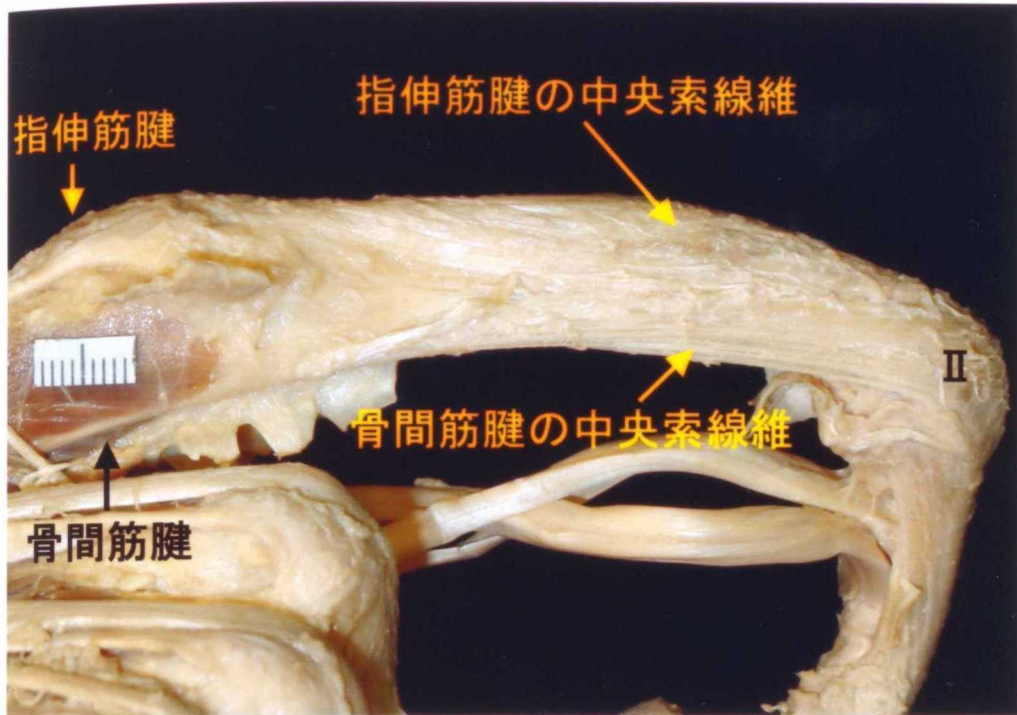


Fig. 7-6 : 右第二指外側面 矢状索および骨間筋腱膜を除去
中央索線維は末梢に向かい放射状に走る。

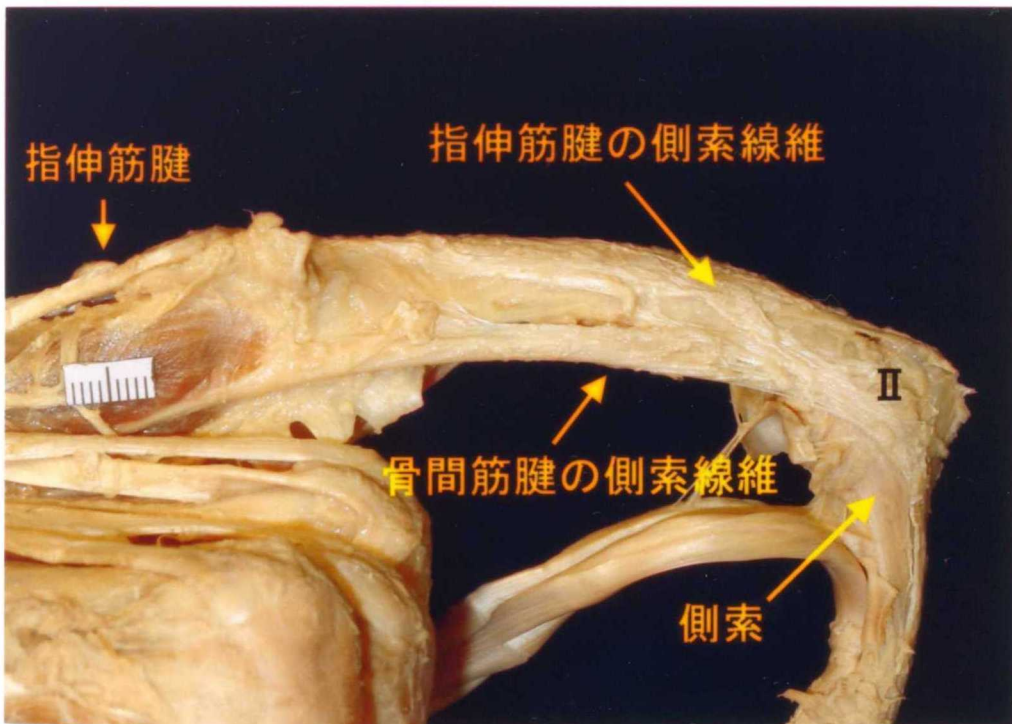


Fig. 7-7 : 右第二指外側面 Fig. 7-6よりさらに骨間筋の中央索線維を除去
指伸筋腱の側索線維および骨間筋腱の側索線維が認められる。

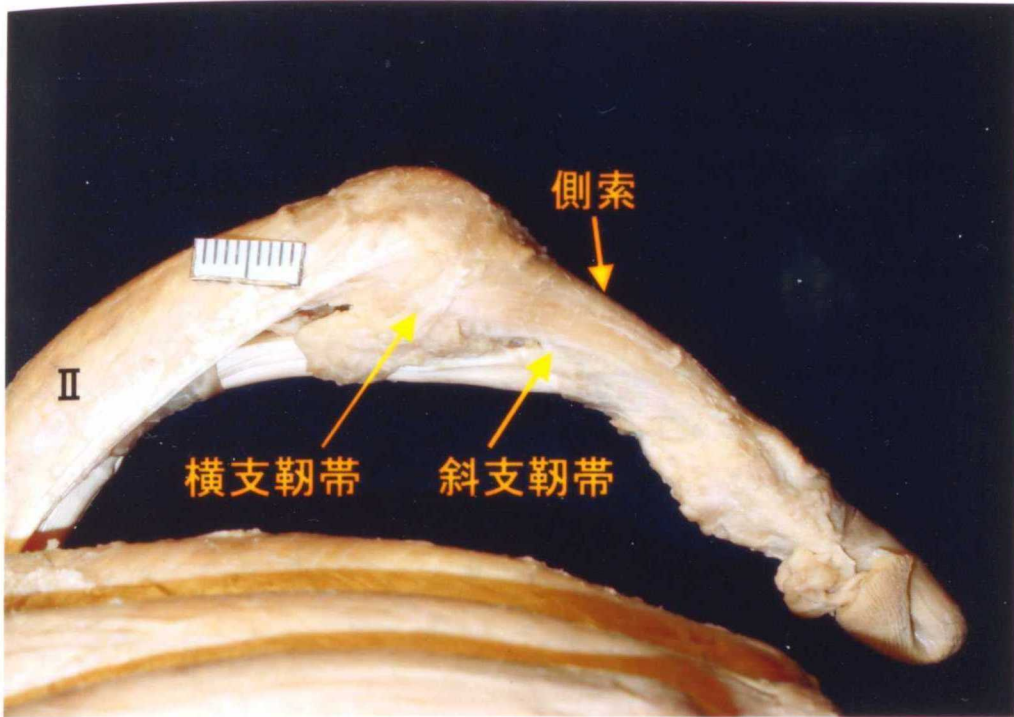


Fig. 7-8 : 右第二指外側面
横支靭帯は側索の外縁に停止し、斜支靭帯は側索に合流する。

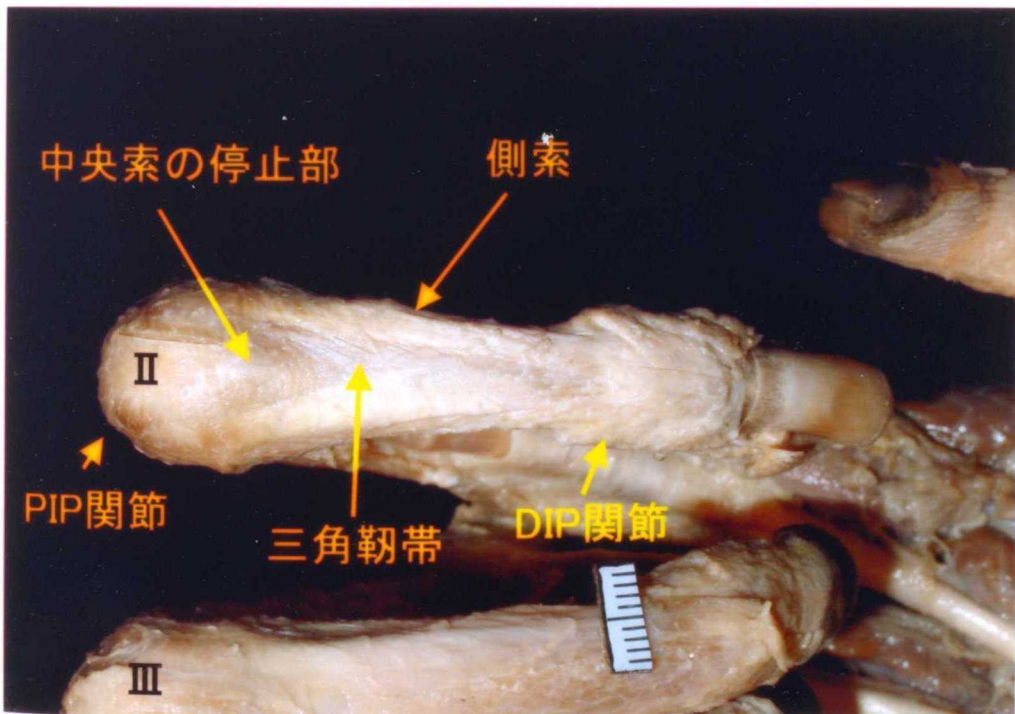


Fig. 7-9 : 右第二指背側面
側索は中央索の両側から分かれて中節骨の背側を走り、合流して末節骨底背側面に停止する。

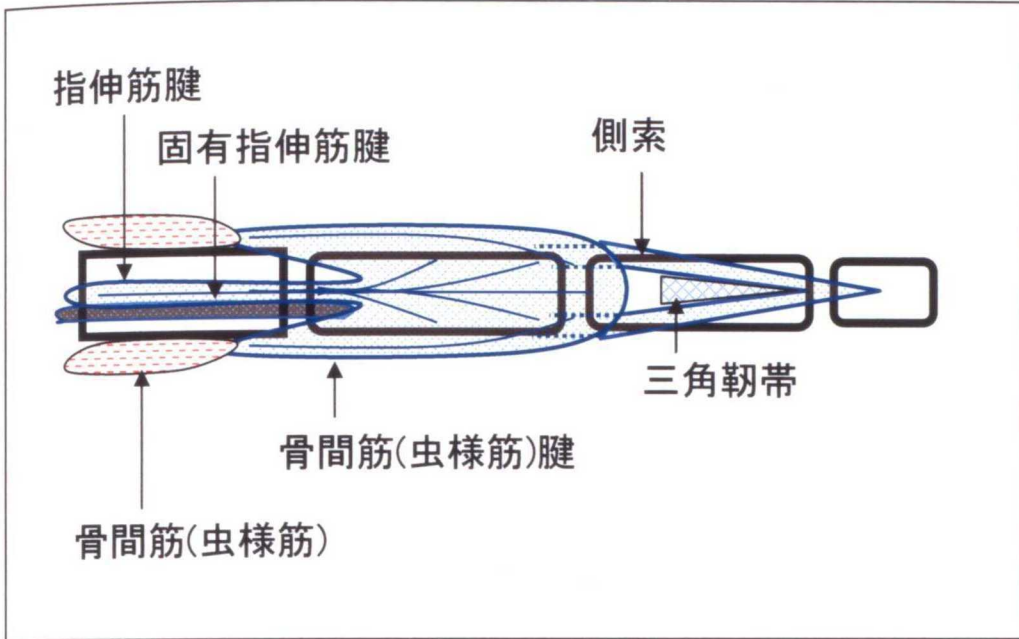


Fig. 7-10 : 右指背側面模式図 矢状索および骨間筋腱膜は省略

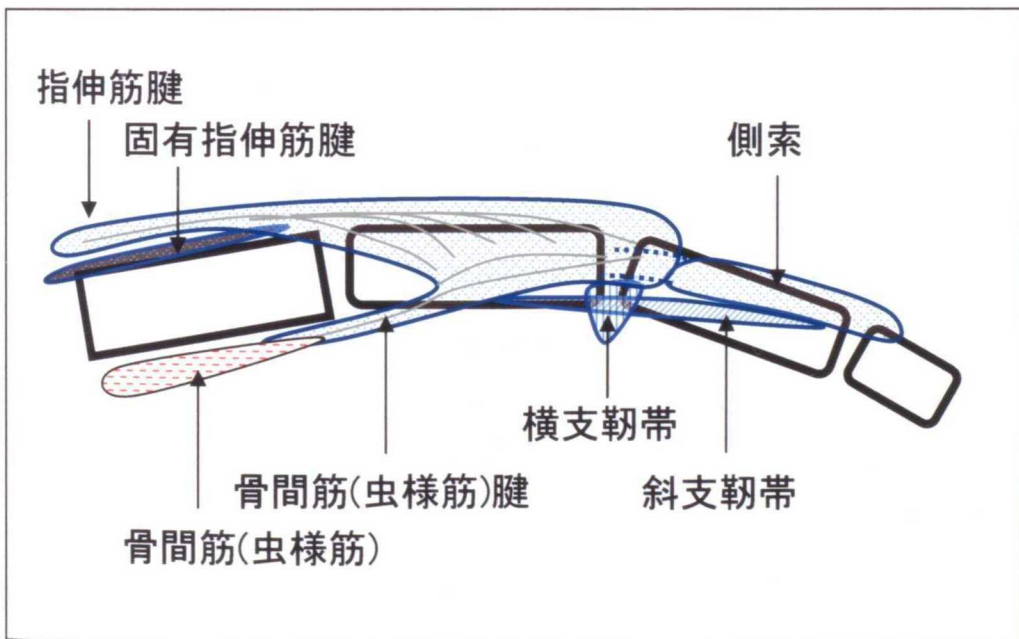


Fig. 7-11 : 右指外側面模式図 矢状索および骨間筋腱膜は省略

第八章

下肢についての肉眼解剖学的検討

第一節 緒言

序論でも述べたとおり、オランウータンはほぼ完全な樹上性で、移動の際は、四肢を全て用いる特有の移動様式により木から木へと渡る。そのため、その足は、把握やぶら下がりに適応した形態をしており、地上を歩く際は体幹を垂直に立てることはなく、下肢は膝関節が屈曲し外旋した状態で、足は半握りの状態で足底の外側のみを接地する [Figs. 8-1, 2]。しかし、幼いオランウータンは足底全面を接地することも多い。一般に、二足歩行は飼育下でしかみられない [Fig. 8-1]。この樹上への適応は、踵周辺の骨にもよく現れている。Schultz (1963) によると、オランウータンは、踵をつくる骨の長さを踵から爪先までの長さで割った割合が、霊長類中最も小さい。踵は地面を蹴り出す際に最も重要な部分のひとつであり、オランウータンの踵が小さいことは、いかに歩行に適応していないかということを示している [Figs. 8-3~6]。

オランウータンの殿部および大腿部の筋形態については古くから報告があり、特に大腿二頭筋の形態に関しては、大殿筋の形態と絡めて議論されてきた。議論の中心となってきたのは、坐骨結節から起こり大腿骨骨幹に停止する筋である。Sonntag (1924) は、この筋を大殿筋下部と呼び、大殿筋の一部であるとしている。近年では、Hamada (1985) が、この筋がどの筋に属するかは明らかになっていないが、Sigmon (1976) は大殿筋、Stern (1971) は大腿二頭筋の一部だとそれぞれ主張している、と述べている。しかし、その後、Tuttle と Cortright (1988) は、オランウータンの殿部の筋は、類人猿の中でも特有のパターンを示し、大殿筋の下方に *Ischiofemoralis* を形成していると述べ、大殿筋、*Ischiofemoralis*、中殿筋、小殿筋の筋電図からそれぞれの筋の働きを調べた結果、*Ischiofemoralis* は基本的に股関節の伸筋であると述べている。要するに、坐骨結節から起こり大腿骨骨幹に停止する筋を *Ischiofemoralis* とし、いずれかの筋の一部ではなく、独立した殿部の筋として扱っている。しかし、これらの報告において、この筋の詳細な神経支配については述べられておらず、多くの研究者達が、これを殿部の筋として扱った根拠は不明確である。おそらく、その起始・付着、その筋の存在する位置から殿部の筋とみなしたものと考えられる。そもそも、*Ischiofemoralis* は、旧世界ザルの大腿二頭筋・長頭のうち、坐

骨結節から起こり大腿外側へ向かう部分（大腿部）を独立した筋とみなした際の名称であり（Swindler and Wood, 1973）、大殿筋よりも、大腿二頭筋との関係性の方がより深いと考えられる筋である。

そこで、神経支配も含め下肢の筋および腰仙骨神経叢の構成について肉眼解剖学的に精査し、坐骨結節から起こり大腿骨骨幹に停止する筋に着目して、大腿二頭筋および大殿筋の形態を中心に検討を行った。比較検討のため、オランウータンと同じく大型類人猿ではあるものの、アフリカに生息し、半樹上性であるチンパンジーの大殿筋および大腿二頭筋の形態や腰仙骨神経叢の構成についても肉眼解剖学的に観察した。また、その他、旧世界ザルとしてヒヒ、小型類人猿としてテナガザル、アフリカ大型類人猿としてゴリラ、そしてヒトの大殿筋および大腿二頭筋に関する文献データも用いて比較検討を行った。

第二節 材料と方法

本章では、オランウータン（オス、メス各1頭）およびチンパンジー（オス1頭）を用いて肉眼解剖学的に観察を行った。特に、大殿筋および大腿二頭筋に関しては、オランウータンとチンパンジーは勿論、その他、ヒヒ、テナガザル、ゴリラ、ヒトといった他の霊長類の文献データも含めて比較検討を行った。

第三節 結果

日本人体解剖学 第一卷 (金子丑之助 1970) で用いられている分類に順じて、下肢の筋についての所見を以下に述べる。

また、以下の所見を Table. 8-1, 2 にまとめた。

下肢の筋 **Muscles of the lower limb** (*Musculi membri inferioris*) [Table. 8-1]

I : 下肢帯筋 muscles of the groin and buttock

(*Musculi cinguli membri inferioris*)

寛骨内筋

腸腰筋 iliopsoas muscle (*M. iliopsoas*)

腸骨筋 iliacus muscle (*M. iliacus*) [Fig. 8-10]

【起始】 腸骨窩から起こる。

【付着】 大腿骨小転子に終わる。

【神経支配】 大腿神経

大腰筋 psoas major muscle (*M. psoas major*) [Fig. 8-10]

【起始】 腰椎椎体および肋骨突起から起こる。

【付着】 筋裂孔をへて大腿骨小転子に終わる。

【神経支配】 腰神経叢枝

寛骨外筋

[第1層]

大殿筋 gluteus maximus muscle (*M. gluteus maximus*) [Figs 8-8, 11~15]

【起始】 仙骨下 1/3 外側縁および尾骨外側縁から起こる。

【付着】 腸脛靭帯および大腿骨後面 (殿筋粗面) に終わる。

【神経支配】 下殿神経 (一部、上殿神経)

大腿筋膜張筋 *tensor fasciae latae muscle (M. tensor fasciae latae)*

【起始】 腸骨稜から起こる。

【付着】 腸脛靭帯に終わる。

【神経支配】 上殿神経

[第2層]

中殿筋 *gluteus medius muscle (M. gluteus medius)* [Figs. 8-8, 11~14]

【起始】 腸骨稜外側唇、仙骨中 1/3 外側縁、胸腰筋膜から起こる。

【付着】 大腿骨大転子に終わる。

【神経支配】 上殿神経

[第3層]

小殿筋 *gluteus minimus muscle (M. gluteus minimus)* [Figs. 8-14, 15]

【起始】 大坐骨切痕から起こる。

【付着】 大腿骨大転子に終わる。

【神経支配】 上殿神経

Scansorius muscle (M. scansorius) [Fig. 8-14]

【起始】 下前腸骨棘から恥骨隆起にかけて起こる。

【付着】 大腿骨大転子に終わる。

【神経支配】 上殿神経

【備考】 小殿筋前部あるいは第四殿筋とも呼ばれ、股関節の屈曲を助ける、他の類人猿にも存在する筋である (Sonntag, 1924)。ヒトには認められない。

Subgluteus muscle [Fig. 8-13]

【起始】仙棘靱帯の上半分、外側面から起こる。

【附着】大腿外側面に終わる。

【神経支配】下殿神経

【備考】大殿筋の下深くに位置し、仙棘靱帯の外側面から起こり、梨状筋の表面を走る薄い筋で、下殿神経支配であることやその位置から、下等な霊長類の浅殿筋尾部の遺残ではないかと考えられているものである (Anderton, 1988)。ヒトには認められない。

梨状筋 piriformis muscle (*M. piriformis*) [Figs. 8-13~15]

【起始】仙骨外側面から起こる。

【附着】大腿骨大転子に終わる。

【神経支配】上殿神経 (および仙骨神経叢)

内閉鎖筋 obturator internus muscle (*M. obturatorius internus*)

[Figs. 8-14, 15]

【起始】寛骨閉鎖孔を閉ざす閉鎖膜内面から起こる。

【附着】大転子内側 (転子窩) に終わる。

【神経支配】閉鎖神経 (および仙骨神経叢)

上双子筋 gemellus superior muscle (*M. gemellus superior*)

[Figs. 8-14, 15]

【起始】小坐骨切痕上半から起こる。

【附着】転子窩に終わる。

【神経支配】下殿神経 (および仙骨神経叢)

下双子筋 gemellus inferior muscle (*m. genellus inferior*) [Figs. 8-14, 15]

【起始】坐骨結節から起こる。

【附着】転子窩に終わる。

【神経支配】下殿神経 (および仙骨神経叢)

大腿方形筋 *quadratus femoris muscle (M. quadratus femoris)*

[Figs. 8-10, 16]

【起始】 坐骨結節および坐骨枝から起こる。

【附着】 小転子および転子間稜に終わる。

【神経支配】 陰部神経（および坐骨神経）

外閉鎖筋 *obturator externus muscle (M. obturatorius externus)*

[Figs. 8-10, 16]

【起始】 坐骨結節から起こる。

【附着】 転子窩に終わる。

【神経支配】 閉鎖神経

また、この他下肢帯部において確認された構造について、以下に記載する。

まず、皮下には大変強靱な殿筋筋膜が観察された。殿筋筋膜は、胸腰筋膜や大腿筋膜に連続し、堅く丈夫な筋膜が大殿筋、中殿筋の表面に癒着していた [Fig. 8-7]。

大殿筋の下に仙結節靭帯は認められなかった。そのかわり、大殿筋と坐骨結節の間に、結合組織の強い膜が存在していた [Fig. 8-8]。また、文献 (Sonntag, 1924; Endo *et al.*, 2004) で知られている通り、大腿骨頭と寛骨臼の間に大腿骨頭靭帯は認められなかった [Fig. 8-9]。

Ⅱ：大腿の筋 muscles of the thigh (*Musculi femoris*) [Table. 8-1]

前大腿筋 (伸筋)

[第1層]

縫工筋 sartorius muscle (*M. sartorius*) [Figs. 8-24~26]

【起始】上前腸骨棘から起こる。

【付着】脛骨前縁の上 1/3 の下方に終わる。

【神経支配】大腿神経

[第2層]

大腿四頭筋 quadriceps femoris muscle (*M. quadriceps femoris*)

大腿直筋 rectus femoris muscle (*M. rectus femoris*) [Figs. 8-23, 26, 27]

【起始】下前腸骨棘および寛骨臼上縁から起こる。

【付着】膝蓋骨底に終わる。

【神経支配】大腿神経

内側広筋 vastus medialis muscle (*M. vastus medialis*) [Figs. 8-23~26]

【起始】大腿骨粗線前面および小転子下方から起こる。

【付着】膝蓋骨内側縁および内側膝蓋支帯に終わる。

【神経支配】大腿神経

中間広筋 vastus intermedius muscle (*M. vastus intermedius*)

[Fig. 8-27]

【起始】大腿骨前面および粗線の内側唇から起こる。

【付着】膝蓋骨底に終わる。

【神経支配】大腿神経

外側広筋 vastus lateralis muscle (*M. vastus lateralis*)

[Figs. 8-18, 19, 23, 28, 29]

【起始】 大腿骨大転子外下方から起こる。

【附着】 膝蓋骨外側縁および外側膝蓋支帯に終わる。

【神経支配】 大腿神経

膝関節筋 subcrureus muscle (*M. articularis genus*) [Fig. 8-27]

【起始】 中間広筋の一部として起こる。

【附着】 膝関節包に終わる。

【神経支配】 大腿神経であることが予測されるが、解剖の進行上まだ確認できていない。

内側大腿筋 (内転筋)

[第1層]

恥骨筋 pectineus muscle (*M. pectineus*)

【起始】 恥骨櫛から起こる。

【附着】 大腿骨体上部に終わる。

【神経支配】 閉鎖神経

薄筋 gracilis muscle (*M. gracilis*) [Fig. 8-26]

【起始】 腸骨下枝および恥骨外側面から起こる。

【附着】 脛骨前縁の中 1/3 の上方 (縫工筋腱の下方) に終わる。

【神経支配】 閉鎖神経

長内転筋 adductor longus muscle (*M. adductor longus*)

【起始】 恥骨結合付近から起こる。

【附着】 大腿骨粗線内側唇の中 1/3 に終わる。

【神経支配】 閉鎖神経

[第2層]

短内転筋 adductor brevis muscle (*M. adductor brevis*)

【起始】恥骨下枝から起こる。

【付着】大腿骨粗線上 1/3 に終わる。

【神経支配】坐骨神経からの直接枝

[第3層]

大内転筋 adductor magnus muscle (*M. adductor magnus*) [Fig. 8-26]

【起始】坐骨枝および坐骨結節から起こる。

【付着】大腿骨の粗線の内側唇ほぼ全長と内側上顆に終わる。

【神経支配】坐骨神経からの直接枝

小内転筋 adductor minimus muscle (*M. adductor minimus*)

【備考】認められなかった。

後大腿筋 (屈筋)

大腿二頭筋 biceps femoris muscle (*M. bicipitis femoris*)

[Figs. 8-18~22, 28, 29]

【起始】長頭：坐骨結節から起こり、遠位に向かうに従いふたつに分かれる。

短頭：殿筋粗面下方および大腿骨粗線の外側唇と内側唇の間から起こる。筋腹は薄く扁平である。

【付着】長頭：一方は大腿骨の粗線外側唇に、もう一方は腓骨頭および外側膝蓋支帯に終わる。

短頭：腓骨頭および下腿外側屈筋の起始腱および下腿筋膜に終わる。

【神経支配】長頭：近位部 - 坐骨神経 (総腓骨神経部) からの直接枝

遠位部 - 総腓骨神経

短頭：総腓骨神経 (遠位部)

【備考】議論されてきた、坐骨結節から起こり大腿骨骨幹に停止する筋は、ここでは長頭の一部として記載した。長頭と短頭の間には結合はみられなかった。

半腱様筋 semitendinosus muscle (*M. semitendinosus*) [Fig. 8-26]

【起始】坐骨結節から起こる。

【付着】脛骨前縁の上 1/3 の下方に終わる。縫工筋腱におおわれている。

【神経支配】坐骨神経枝（総腓骨神経部）

半膜様筋 semimembranosus muscle (*M. semimembranosus*) [Fig. 8-26]

【起始】坐骨結節から起こる。

【付着】脛骨内側顆下方に終わる。

【神経支配】坐骨神経枝（総腓骨神経部）

Ⅲ：下腿の筋 muscles of the leg (*Musculi cruris*) [Table. 8-2]

前下腿筋 (伸筋)

前脛骨筋 tibialis anterior muscle (*M. tibialis anterior*) [Figs. 8-33~36]

【起始】脛骨外側面および下腿骨間膜から起こる。

【附着】第一中足骨底および内側楔状骨内側足底面に終わる。

【神経支配】深腓骨神経

長趾伸筋 extensor digitorum longus muscle

(*M. extensor digitorum longus*) [Figs. 8-34~37]

【起始】腓骨の前面上 2/3 から起こる。

【附着】第二～第五趾の中節骨および末節骨に終わる。

【神経支配】深腓骨神経

第三腓骨筋 peroneus tertius muscle (*M. peroneus tertius*)

【備考】認められなかった。

長母趾伸筋 extensor hallucis longus muscle (*M. extensor hallucis longus*)

[Figs. 8-35~37]

【起始】下腿骨間膜および腓骨中央部から起こる。

【附着】母趾末節骨底に終わる。

【神経支配】深腓骨神経

外側下腿筋

長腓骨筋 peroneus longus muscle (*M. peroneus longus*) [Figs. 8-28, 29]

【起始】腓骨上 2/3 から起こる。

【附着】第一中足骨底に終わる。

【神経支配】浅腓骨神経

短腓骨筋 *peroneus brevis muscle (M. peroneus brevis)* [Fig. 8-29]

【起始】腓骨下 2/3 から起こる。

【付着】第五末節骨底に終わる。

【神経支配】浅腓骨神経

第五趾腓骨筋 *peroneus digiti quinti muscle (M. peroneus digiti quinti)*

【起始】短腓骨筋の分束として起こる。

【付着】第五背側骨間筋へ移行して終わる。

【神経支配】浅腓骨神経

後下腿筋 (屈筋)

[浅層]

下腿三頭筋 *triceps surae muscle (M. triceps surae)*

腓腹筋 *gastrocnemius muscle (M. gastrocnemius)* [Figs. 8-28~33]

【起始】内側上顆および外側上顆から起こる。

【付着】踵骨隆起に終わる。

【神経支配】脛骨神経

【備考】薄く平たい筋腹が踵骨近くまで広がり、短いアキレス腱が踵骨に斜めに付着していた。斜めに付着することで、足の内側を引っ張り上げ、外側を押し下げている。

ひらめ筋 *soleus muscle (M. soleus)* [Figs. 8-28, 29]

【起始】腓骨および脛骨後面から起こる。

【付着】踵骨隆起前内側に終わる。

【神経支配】脛骨神経

足底筋 *plantaris muscle (M. plantaris)*

【備考】認められなかった。しかし、足底腱膜 [Fig. 8-38] は認められた。

膝窩筋 popliteus muscle (*M. popliteus*) [Fig. 8-31]

【起始】大腿骨外側上顆から起こる。

【付着】脛骨後面上部に終わる。

【神経支配】脛骨神経

【備考】よく発達していた。

[深層]

長趾屈筋 flexor digitorum longus muscle (*M. flexoris digitorum longus*)

[Figs. 8-30, 32, 33]

【起始】脛骨の後面から起こる。

【付着】第二～第五趾末節骨底に終わる。

【神経支配】脛骨神経

後脛骨筋 tibialis posterior muscle (*M. tibialis posterior*)

【起始】下腿骨間膜の後面とこれに接する脛骨および腓骨から起こる。

【付着】舟状骨粗面、楔状骨、第二～第四中足骨底に終わる。

【神経支配】脛骨神経

長母趾屈筋 flexor hallucis longus muscle (*M. flexoris hallucis longus*)

【備考】認められなかった。

また、チンパンジー(*Pan troglodytes*)の大殿筋および大腿二頭筋の所見について以下に述べる。

大殿筋 *gluteus maximus muscle* (*M. gluteus maximus*) [Figs. 8-39~43]

【起始】仙骨および尾骨の背側面、仙結節靭帯、坐骨結節から起こる。

【付着】殿筋粗面、大腿骨粗線の外側唇、大腿骨外側膝蓋支帯に終わる。

【神経支配】下殿神経の枝、坐骨神経の枝（総腓骨神経部）

【備考】オランウータンにおいて議論されてきた筋にあたるものとして、大殿筋・後部 [Figs. 8-39, 40] が存在し、これは坐骨結節から起こり、大腿骨の外側膝蓋支帯に停止していた。また、この大殿筋・後部は下殿神経だけでなく坐骨神経の枝の支配も受けていた。大殿筋の後部の前縁は外側広筋と接する外側大腿筋間中隔を形成し、後縁は上 2/3 は長頭に接し、残り下 1/3 は短頭に接していた。

大腿二頭筋 *biceps femoris muscle* (*M. bicipitis femoris*)

[Figs. 8-39, 40, 42~44]

【起始】長頭：坐骨結節の前縁から起こる。

短頭：大腿骨粗線外側唇から起こる。

【付着】長頭：脛骨粗面外側方および下腿筋膜に終わる。

短頭：脛骨粗面外側方および下腿筋膜に終わる。

【神経支配】長頭：下殿神経の枝、坐骨神経の枝（総腓骨神経部）

短頭：坐骨神経の枝（総腓骨神経の枝）

【備考】長頭と短頭は大腿遠位部において結合し、二頭筋の形態をなしていた。その停止腱は、脛骨粗面外側方および下腿筋膜に終わっていて、腓骨頭には終わっていなかった。

腰仙骨神経叢の構成について [Fig. 8-45]

オランウータン

上殿神経：L4、S1（主にL4）の背側成分から成る。

下殿神経：L4、S1、2（主にS1）の背側成分から成る。

坐骨神経：L3、4、S1、2（主にL4）の腹側成分から成る。

坐骨神経枝（坐骨神経の総腓骨神経部）

：大腿二頭筋・長頭、坐骨結節から起こり大腿骨骨幹に停止する筋
半腱様筋、半膜様筋を支配する。

L4、S1（主にL4）の腹側成分から成る。

チンパンジー

上殿神経：L3、4（主にL3）の背側成分から成る。

下殿神経：L4、S1、2（主にL4）の背側成分から成る。

坐骨神経：L3、4、S1、2（主にL4）の腹側成分から成る。

坐骨神経枝（坐骨神経の総腓骨神経部）

：大殿筋・後部、大腿二頭筋・長頭、半腱様筋、半膜様筋を支配す
る。

L3の腹側成分から成る。

第四節 考察

下肢帯筋に関しては、外転作用をもつ中殿筋、小殿筋がよく発達し、股関節を屈曲させる Scansorius が存在した。また、骨盤が長いため、ヒトと比べると、梨状筋が他の外旋筋（内閉鎖筋、上双子筋、下双子筋）から離れた位置に存在した。Hamada (1985) は、オランウータンにおいて、大殿筋が仙結節靭帯からの強靭な起始を持つかどうか明らかになっていない、Stern (1971) は否定し、Sigmon (1974) は肯定している、と述べているが、かつて Fick (1895) が仙結節靭帯は認められなかったと述べているのと同様に、大殿筋の下に仙結節靭帯は認められなかった。そのかわり、大殿筋と坐骨結節の間に、結合組織の強い膜が存在していた。それに対し、チンパンジーには仙結節靭帯は認められた。

オランウータンにおいて、これまで議論されてきた大腿部の筋は、坐骨結節から大腿二頭筋・長頭と癒合した状態で起こり、遠位に向かうに従って分かれ、大腿骨粗線外側唇に停止していた。その神経支配としては、大腿近位部において、坐骨神経（総腓骨神経部）からの枝（神経 A）が、大腿骨粗線外側唇に終わる部分の内側から筋に入り、腓骨頭および外側膝蓋支帯に終わる部分（長頭）へと入り込んでいた [Figs. 8-18~20]。また、この神経 A は、半腱様筋や半膜様筋も支配していた。遠位部では、総腓骨神経の枝（神経 B）が、短頭の内側を走り、停止部近くから長頭へと入り込み、さらに、神経 B とは別の総腓骨神経の枝（神経 C、D、E）が、内側から短頭に入り込んでいた [Figs. 8-21, 22]。つまり、坐骨結節から起こり、大腿骨粗線外側唇に停止する部分と腓骨頭および外側膝蓋支帯に停止する部位は、近位部において一本の同じ坐骨神経枝（総腓骨神経部）によって支配されていた。この神経枝は、腰仙骨神経叢の L4、S1（主に L4）の腹側成分により構成されていた。また、大殿筋は下殿神経と上殿神経（一部）により支配されていた。

以上の結果より、オランウータンにおいてこれまで議論されてきた、坐骨結節から起こり大腿骨骨幹に停止する筋は、大腿二頭筋・長頭と同じ坐骨神経枝の支配を受け、大殿筋とは異なる神経支配を受けることがわかった。さらに、この神経枝は半腱様筋や半膜様筋をも支配していることから、従って、議論されてきた筋は、神経支配から見ると、大殿筋の一部ではなく、大腿二頭筋・長

頭の一部であると考えるのが妥当である。

ヒヒをはじめとする旧世界ザルの大腿二頭筋は、短頭を欠き、坐骨結節を起始とする長頭のみが存在する。また、ヒヒの長頭は遠位に向かうに従って2つにわかれ、そのうち坐骨結節から大腿外側へ向かう部分を独立した筋 (Ischiofemoralis) とみなすこともある (Swindler and Wood, 1973)。それに対し、テナガザル (Hamada, 1985)、チンパンジー、ゴリラ (Raven, 1950)、ヒトの大腿二頭筋には短頭が存在し、観察の結果、チンパンジーの長頭と短頭は遠位部において結合していた [Table. 8-4]。それに加え、テナガザル、チンパンジーやゴリラ (Raven, 1950) は、大殿筋の一部 (後方) が大腿の遠位の方に停止しており、特に、ゴリラの大殿筋の起始には、下部の方で一部、坐骨結節から起こっている部分があることから [Table. 8-3]、この部分 (大殿筋後部 (坐骨大腿部) Hamada, 1985) が、オランウータンにおいて議論されてきた筋に相当すると考えられた。

したがって、オランウータンの大腿二頭筋および大殿筋は、旧世界ザルと類人猿やヒトとの中間型の、固有の形態であるといえる。Hamada (1985) によると、旧世界ザルは大殿筋 (浅殿筋) が前部、後部に、大腿二頭筋 (外側坐骨下腿筋・一頭) が大腿部、下腿部に分けられ、オランウータン以外の類人猿は、大殿筋 (浅殿筋) が前部、中部、後部 (坐骨大腿部) に、大腿二頭筋が長頭、短頭に分けられるとある。ヒトにおいて、類人猿の大殿筋後部 (坐骨大腿部) に相当するものはない [Table. 8-3, 4 および Fig. 8-46]。このことから、旧世界ザルの大腿二頭筋 (外側坐骨下腿筋) 大腿部が変化して、オランウータンの大腿二頭筋長頭の坐骨大腿部となり、それがまた変化して他の類人猿の大殿筋 (浅殿筋) 後部 (坐骨大腿部) となり、ヒトではさらにまた変化したのだと考えられた。さらに、この変化は、それぞれの霊長類の下肢の使い方や歩行様式を反映したものであると考えられた。オランウータンにおいて、下肢は地面を蹴り出すことよりも、木を掴み、ぶら下がるといった上肢と同様の役割の方が重要である。そのため、オランウータンの大腿二頭筋は、股関節の伸筋としてよりも大腿部の屈筋としての役割の方が強く、大腿屈筋群を発達させた結果として、大腿二頭筋に他の霊長類にはみられない特有の形態が現れたものと思われた。この形態学的特徴が樹上生活への適応であることは確かであろう。

また、下腿部は前腕によく似た形状をもち、腓腹筋の筋腹は薄く、その筋腹は踵骨近くまで広がり、短いアキレス腱が踵骨に斜めに付いて、足の内側を引っ張り上げ、外側を押し下げている。膝窩筋がよく発達し、足底筋は認められなかったが、足底腱膜は認められた。これらの下腿筋の形態学的特徴も、大腿部と同様、オランウータン特有のロコモーションと相関があると思われ、さらに、オランウータンは、足底腱膜の役割を議論する上で重要な分化を遂げている動物であると考えられた。

Table. 8-1 下肢帯および大腿部の筋-起始、付着、神経支配

	起始	付着	神経支配
腸骨筋	腸骨窩	大腿骨小転子	大腿神経
大腰筋	腰椎椎体、肋骨突起	大腿骨小転子	腰神経叢枝
大殿筋	仙骨下1/3外側縁、尾骨外側縁	腸脛靭帯、大腿骨後面 (殿筋粗面)	下殿神経 (上殿神経)
大腿筋膜張筋	腸骨稜	腸脛靭帯	上殿神経
中殿筋	腸骨稜外側唇、仙骨中1/3外側縁、 胸腰筋膜	大腿骨大転子	上殿神経
小殿筋	大坐骨切痕	大腿骨大転子	上殿神経
Scansorius	下前腸骨棘から恥骨隆起	大腿骨大転子	上殿神経
Subgluteus	仙棘靭帯外側面1/2	大腿外側面	下殿神経
梨状筋	仙骨外側面	大腿骨大転子	上殿神経
内閉鎖筋	寛骨閉鎖孔を閉ざす閉鎖膜内面	大腿骨大転子内側(転子窩)	閉鎖神経
上双子筋	小坐骨切痕上半	転子窩	下殿神経
下双子筋	坐骨結節	転子窩	下殿神経
大腿方形筋	坐骨結節、坐骨枝	小転子、転子間稜	陰部神経
外閉鎖筋	坐骨結節	転子窩	閉鎖神経
縫工筋	上前腸骨棘	脛骨前縁上1/3下方	大腿神経
大腿直筋	下前腸骨棘、寛骨臼上縁	膝蓋骨底	大腿神経
内側広筋	大腿骨粗線前面、小転子下方	膝蓋骨内側縁、内側膝蓋支帯	大腿神経
中間広筋	大腿骨前面、粗線内側唇	膝蓋骨底	大腿神経
外側広筋	大腿骨大転子外下方	膝蓋骨外側縁、外側膝蓋支帯	大腿神経
膝関節筋	中間広筋の一部	膝関節包	未確認
恥骨筋	恥骨櫛	大腿骨体上部	閉鎖神経
薄筋	腸骨下枝、恥骨外側面	脛骨前縁中1/3上方 (縫工筋腱下方)	閉鎖神経
長内転筋	恥骨結合付近	大腿骨粗線内側唇中1/3	閉鎖神経
短内転筋	恥骨下枝	大腿骨粗線上1/3	坐骨神経枝
大内転筋	坐骨枝、坐骨結節	大腿骨粗線内側唇ほぼ全長、 内側上顆	坐骨神経枝
大腿二頭筋			
長頭	坐骨結節	大腿骨粗線外側唇、腓骨頭、 外側膝蓋支帯	坐骨神経枝 総腓骨神経枝
短頭	殿筋粗線下方、 大腿骨粗線外側唇と内側唇の間	腓骨頭、下腿外側屈筋起始腱、 下腿筋膜	総腓骨神経
半腱様筋	坐骨結節	脛骨前縁上1/3下方	坐骨神経
半膜様筋	坐骨結節	脛骨内側顆下方	坐骨神経

Table. 8-2 下腿の筋-起始、付着、神経支配

	起始	付着	神経支配
前脛骨筋	脛骨外側面、下腿骨間膜	第一中足骨底、 内側楔状骨内側足底面	深腓骨神経
長趾伸筋	腓骨前面上2/3	第二～第五趾中節骨、末節骨	深腓骨神経
第三腓骨筋	認められない。	認められない。	認められない。
長母趾伸筋	下腿骨間膜、腓骨中央部	母趾末節骨底	深腓骨神経
長腓骨筋	腓骨上2/3	第一中足骨底	浅腓骨神経
短腓骨筋	腓骨下2/3	第五末節骨底	浅腓骨神経
第五趾腓骨筋	短腓骨筋分束	第五背側骨間筋へ	浅腓骨神経
腓腹筋	内側上顆、外側上顆	踵骨隆起	脛骨神経
ひらめ筋	腓骨、脛骨後面	踵骨隆起前内側	脛骨神経
足底筋	認められない。	認められない。	認められない。
膝窩筋	大腿骨外側上顆	脛骨後面上部	脛骨神経
長趾屈筋	脛骨後面	第二～第五趾末節骨底	脛骨神経
後脛骨筋	下腿骨間膜後面、 これに接する脛骨および腓骨	舟状骨粗面、楔状骨、 第二～第四中足骨底	脛骨神経
長母趾屈筋	認められない。	認められない。	認められない。

Table. 8-3 霊長類における大殿筋の起始、附着、神経支配の比較

	ヒヒ	テナガザル	オランウータン	ゴリラ	チンパンジー	ヒト
起始	第一あるいは第二尾椎横突起	殿筋膜、仙結節靭帯、腸骨稜および仙骨をこえる筋膜、坐骨結節	仙骨外側縁下1/3、尾骨外側縁	仙骨神経棘末端、仙結節靭帯、坐骨結節	仙骨および尾骨背側面、仙結節靭帯、坐骨結節	腸骨翼の外面で後殿筋線後方、仙骨および尾骨外側縁、胸腰筋膜、仙結節靭帯
附着	殿筋粗面、大腿骨粗線外側唇近位1/4	大腿骨外側面、大腿筋膜深層、外側筋間中隔	腸靭帯、大腿骨後面(殿筋粗面)	大腿部近位外側面	殿筋粗面、大腿骨粗線外側唇、大腿骨外側膝蓋支帯	腸靭帯(浅層)、大腿骨殿筋粗面(深層)
神経支配	下殿神経	記載なし	下殿神経(一部、上殿神経)	下殿神経	下殿神経枝、坐骨神経枝	下殿神経
部位	前部・後部	前部・中部・後部	前部のみ	前部・中部・後部	前部・中部・後部	浅部・深部

Table. 8-4 霊長類における大腿二頭筋の起始、附着、神経支配の比較

	ヒヒ	テナガザル	オランウータン	ゴリラ	チンパンジー	ヒト
起始	なし	坐骨結節、半腱様筋腱膜	坐骨結節	坐骨結節下外側面	坐骨結節前縁	坐骨結節後面
短頭	なし	大殿骨粗線外側唇、外側筋間中隔	殿筋粗面下方、大殿骨粗線外側唇および内側唇の間	大殿骨外側面	大殿骨粗線外側唇	大殿骨粗線外側唇下1/2
長頭	脛骨近位1/2前縁への腱膜	下腿筋膜、脛骨の外側面	大殿骨粗線外側唇腓骨頭、外側膝蓋支帯	脛骨および腓骨の前近位、腸靭帯下方筋膜、腓骨頭	脛骨粗面外側方、下腿筋膜	腓骨頭、下腿筋膜
短頭	なし	なし	下腿外側屈筋腱	なし	なし	なし
長頭	大殿屈筋群への神経	記載なし	坐骨神経直接枝 総腓骨神経枝	脛骨神経枝	下殿神経枝 坐骨神経枝	脛骨神経
短頭	なし	記載なし	総腓骨神経	腓骨神経枝	坐骨神経枝 (総腓骨神経枝)	総腓骨神経
部位(長頭)	大腿部・下腿部	部位なし	坐骨・大腿部・下腿部	部位なし	部位なし	部位なし

* Table. 8-1, 2の作成にあたり、以下の文献を引用した。ただし、オランウータンおよびチンパンジーに関しては、今回の観察結果である。
ヒヒ: Swindler & Wood (1973) テナガザル: Hamada (1985) ゴリラ: Raven (1950) ヒト: 金子 (1970)



Fig. 8-1 : 二足歩行を行う飼育下のオランウータン(メス)
足は握りこぶしの状態で外側のみを接地している。

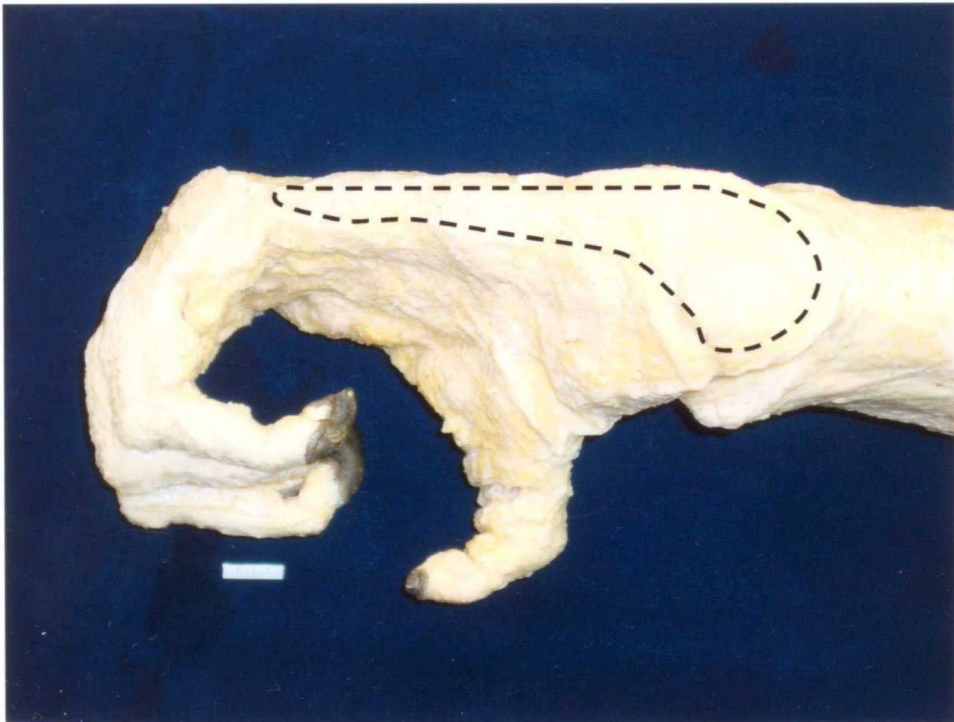


Fig. 8-2 : 左足部外側面 点線で囲まれた足底の外側部分を接地する。

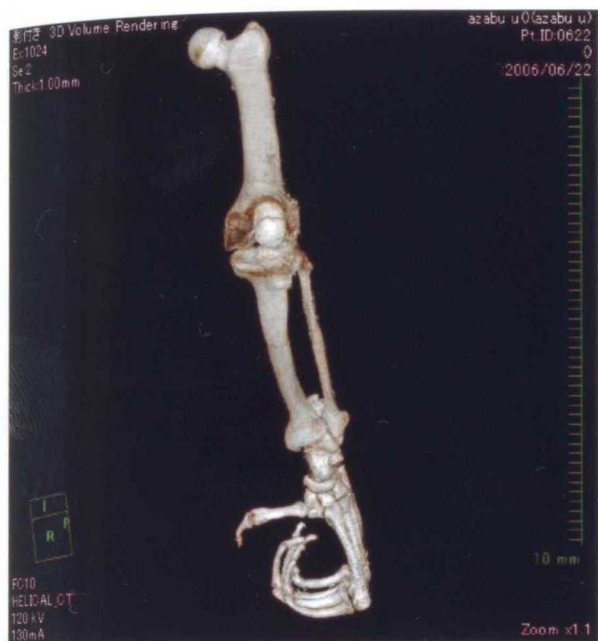


Fig. 8-3 : 左下肢骨格前面

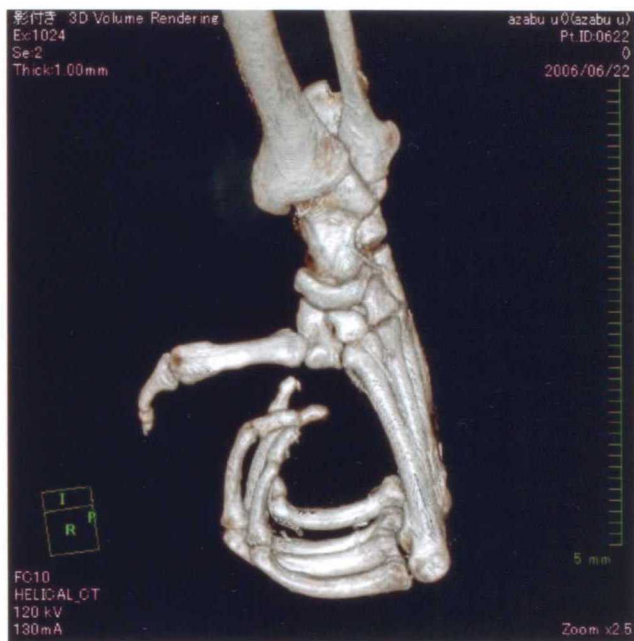


Fig. 8-4 : 左足部骨格前面 Fig.8-3の拡大

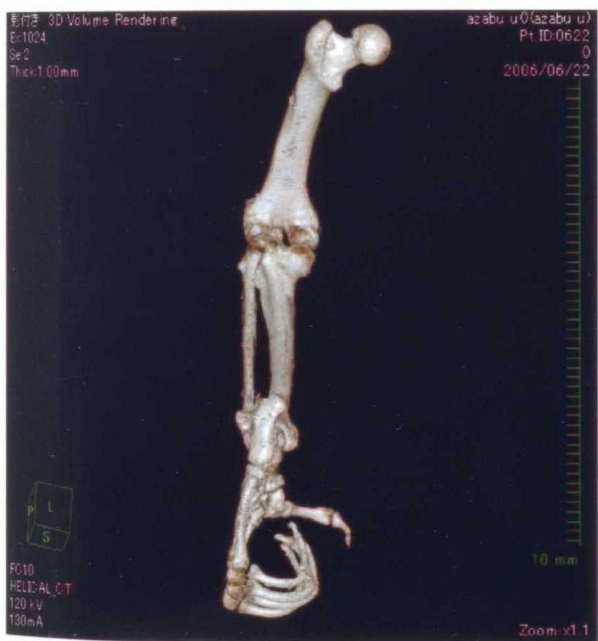


Fig. 8-5 : 左下肢骨格後面

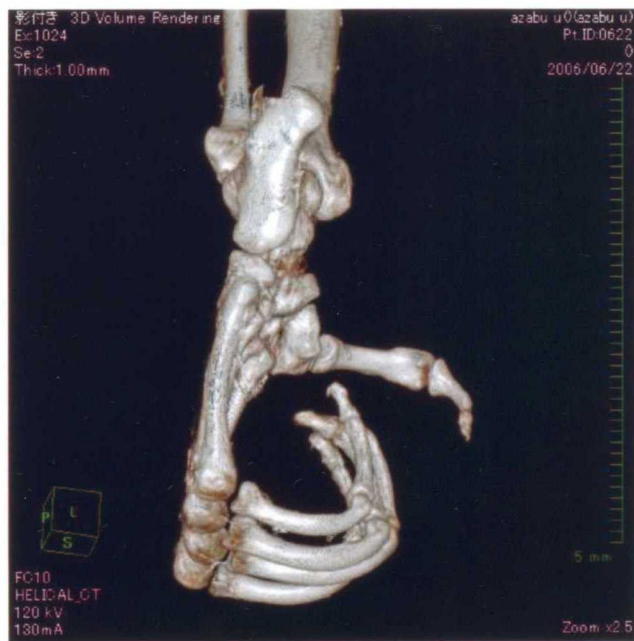


Fig. 8-6 : 左足部骨格後面 Fig.8-5の拡大

* Fig. 8-3~5は、CTを用いて下肢を撮影し、骨のみを立体再構築することにより得られた画像である。



Fig. 8-7 : 殿部背側面 強靱な殿筋筋膜が認められた。

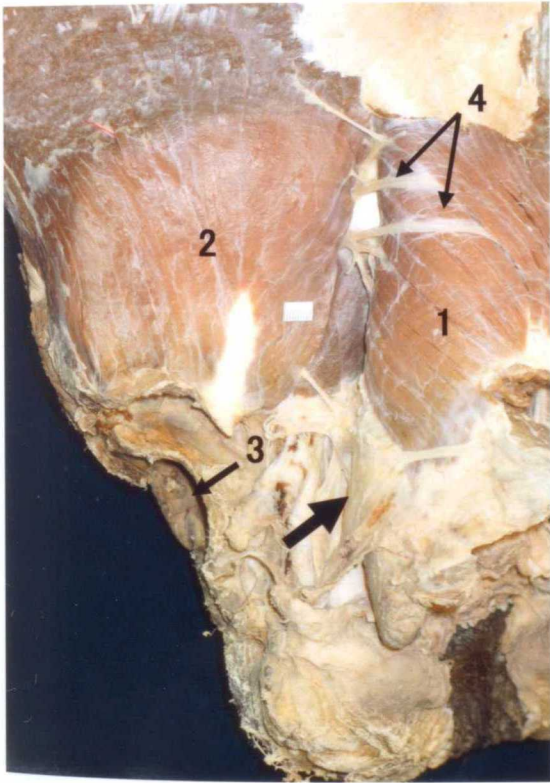


Fig. 8-8 : 左殿部背側面 大殿筋を反転
仙結節靭帯は認められなかった(→)。
1. 大殿筋 2. 中殿筋 3. 寛骨臼
4. 上殿神経



Fig. 8-9 : 右殿部外側面
大腿骨頭靭帯は認められなかった(→)。



Fig. 8-10 : 右下肢帯部腹側面
 1. 大腿方形筋 2. 外閉鎖筋 3. 腸骨筋 4. 大腰筋



Fig. 8-11 : 右殿部背側面 殿筋筋膜を剥離
 1. 大殿筋 2. 中殿筋

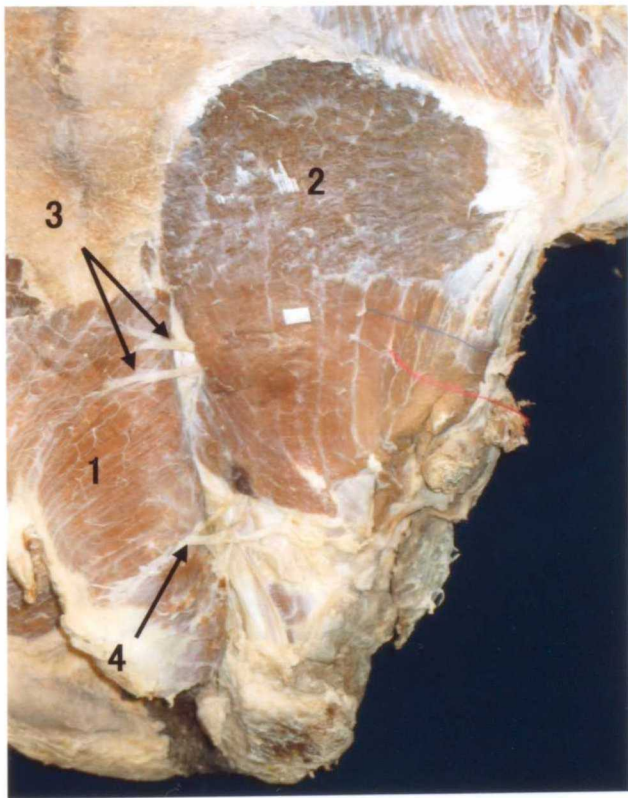


Fig. 8-12 : 右殿部背側面 大殿筋を反転
 1. 大殿筋 2. 中殿筋 3. 上殿神経 4. 下殿神経

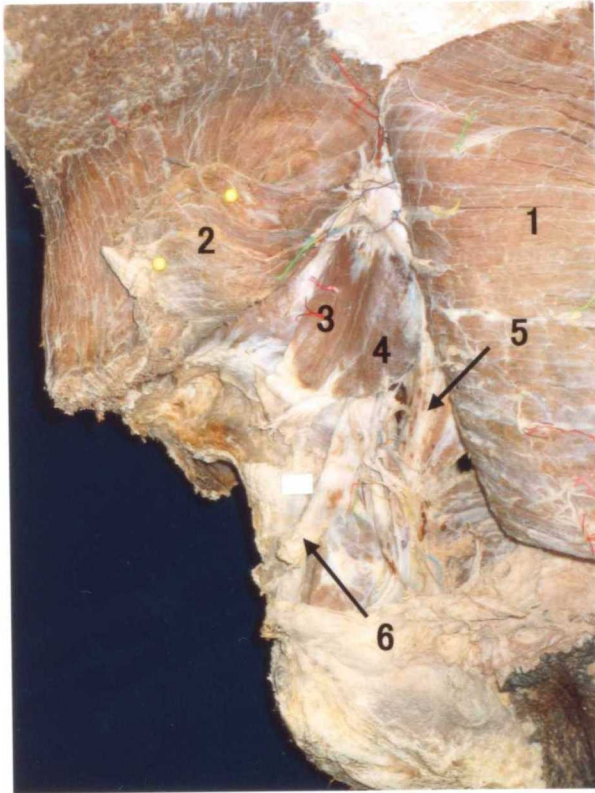


Fig. 8-13 : 左殿部背側面 大殿筋および中殿筋を反転
 1. 大殿筋 2. 中殿筋 3. 梨状筋 4. Subgluteus
 5. 仙棘靭帯 6. 坐骨神経

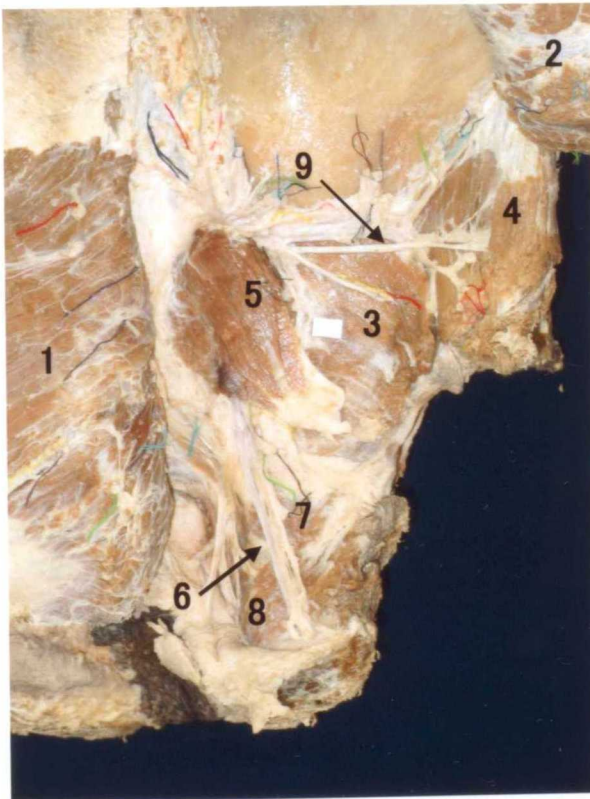


Fig. 8-14 : 右殿部背側面 大殿筋および中殿筋を反転
 1. 大殿筋 2. 中殿筋 3. 小殿筋 4. Scansorius
 5. 梨状筋 6. 内閉鎖筋腱 7. 上双子筋 8. 下双子筋
 9. 上殿神経

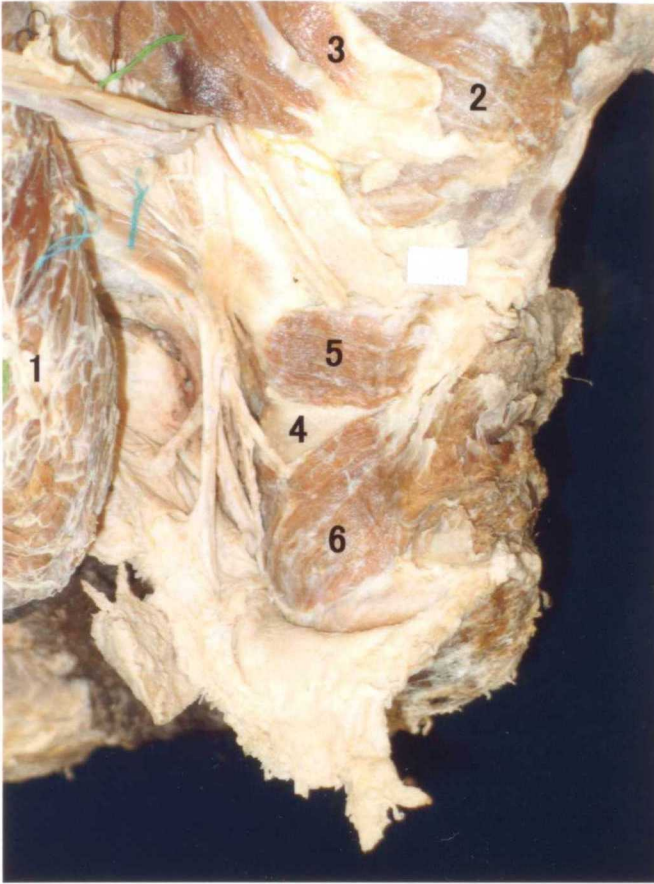


Fig. 8-15 : 右殿部背側面 大殿筋および中殿筋を反転
 1. 大殿筋 2. 小殿筋 3. 梨状筋 4. 内閉鎖筋腱
 5. 上双子筋 6. 下双子筋

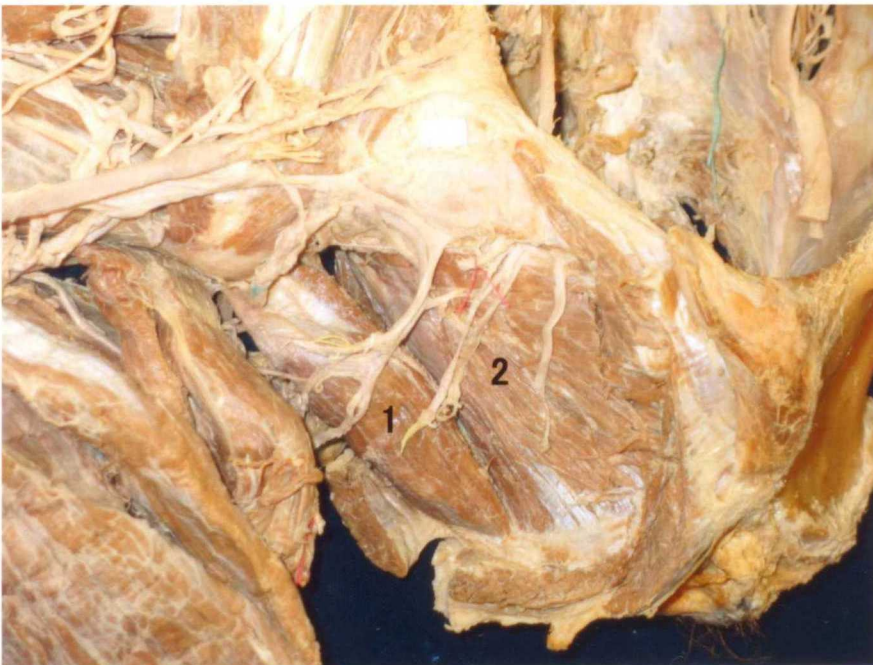
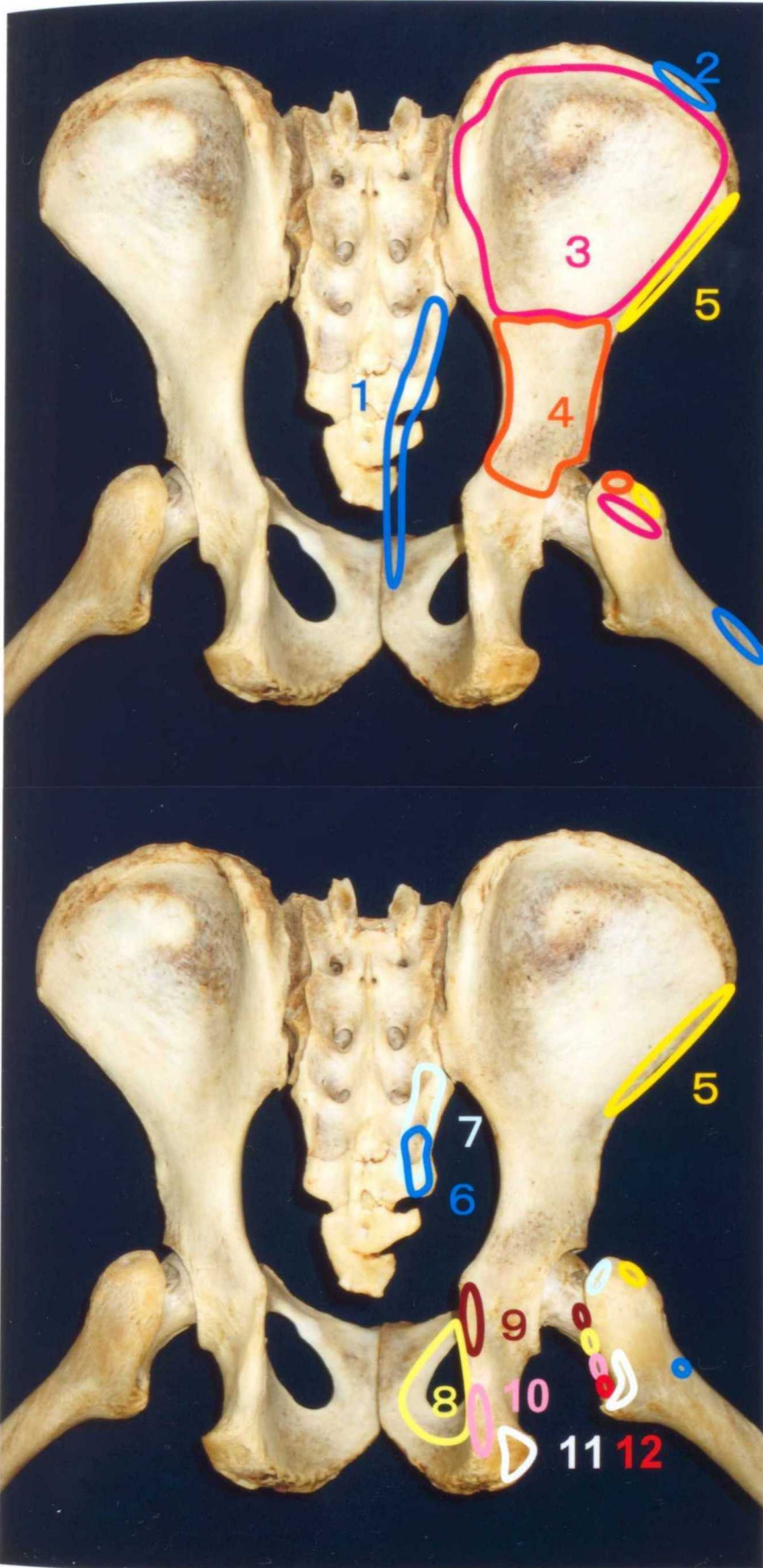


Fig. 8-16 : 右下肢帯部腹側面
 1. 大腿方形筋 2. 外閉鎖筋



1. 大殿筋
2. 大腿筋膜張筋
3. 中殿筋
4. 小殿筋
5. Scansorius
6. Subgluteus
7. 梨状筋
8. 内閉鎖筋
9. 上双子筋
10. 下双子筋
11. 大腿方形筋
12. 外閉鎖筋

*このオランウータンの骨格標本は、国立科学博物館・新宿分館のご好意により撮影させていただいた。

Fig. 8-17 : 骨盤背側面 下肢帯筋の起始および付着部

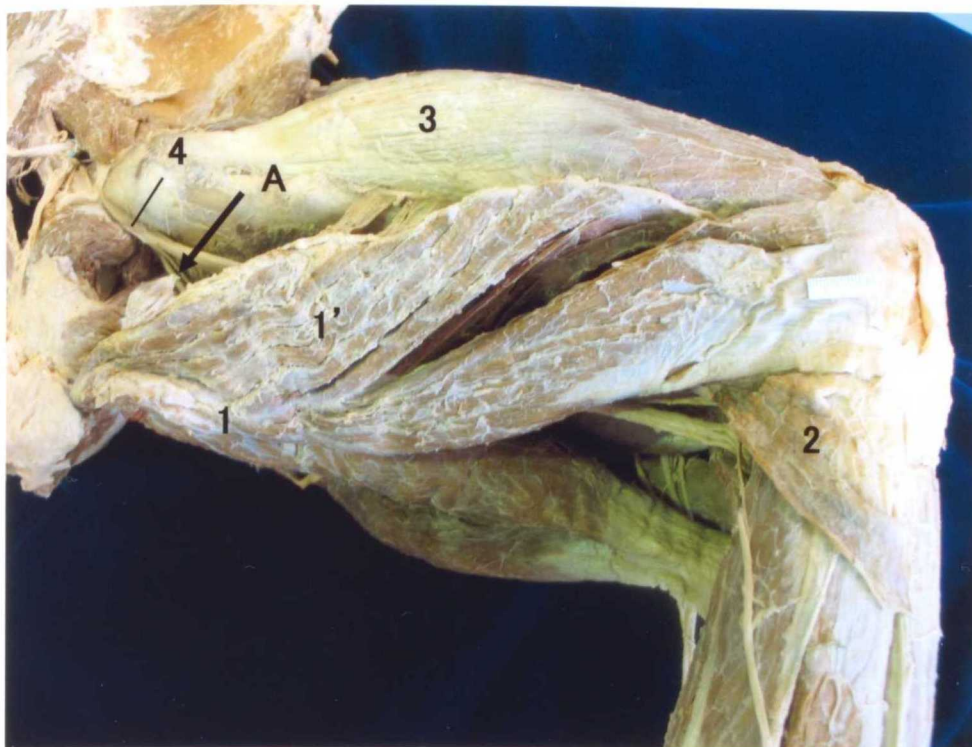


Fig. 8-18 : 右大腿部外側面

坐骨神経の枝である神経Aは、大腿二頭筋・長頭へ向かう。

1. 大腿二頭筋・長頭 1'. 大腿二頭筋・長頭のうち大腿骨に付着する部分
2. 大腿二頭筋・短頭 3. 外側広筋 4. 坐骨神経

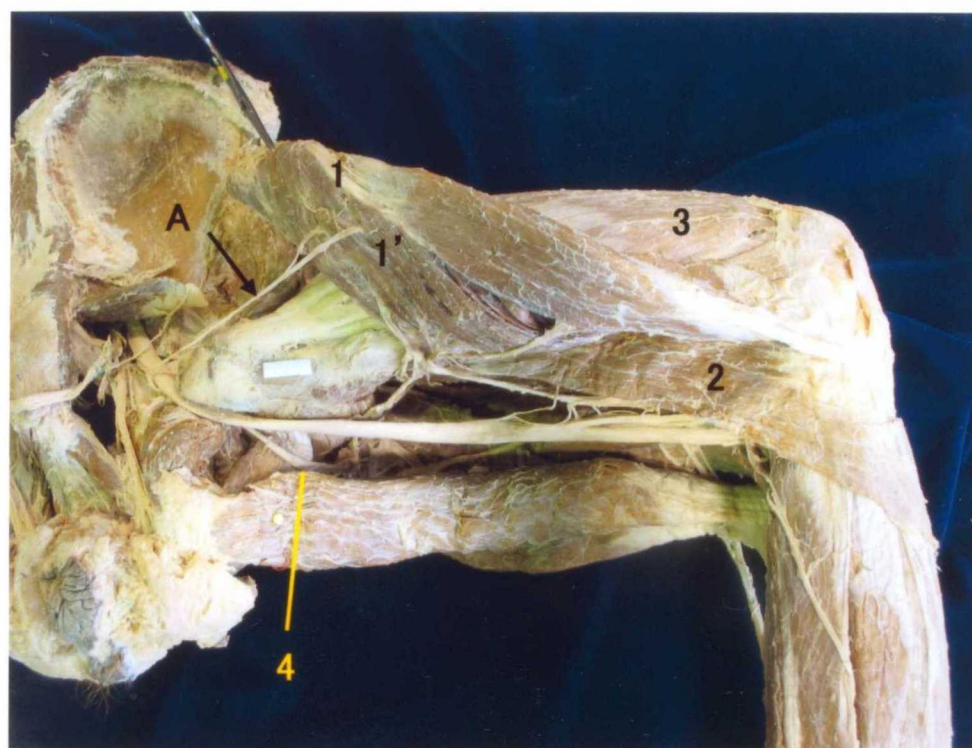


Fig. 8-19 : 右大腿部外側面 大腿二頭筋・長頭を上方へ反転

神経Aは、大腿二頭筋・長頭の大腿骨に付着する部分の内側から入る。

1. 大腿二頭筋・長頭 1'. 大腿二頭筋・長頭のうち大腿骨に付着する部分
2. 大腿二頭筋・短頭 3. 外側広筋 4. 坐骨神経



Fig. 8-20 : 右大腿部外側面 Fig. 8-19の拡大
 大腿二頭筋・長頭の大腿骨に付着する部分の内側から入った神経Aは、
 腓骨頭および外側膝蓋支帯に終わる部分へ入り込む(→)。
 1. 大腿二頭筋・長頭 2. 大腿二頭筋・長頭のうち大腿骨に付着する部分

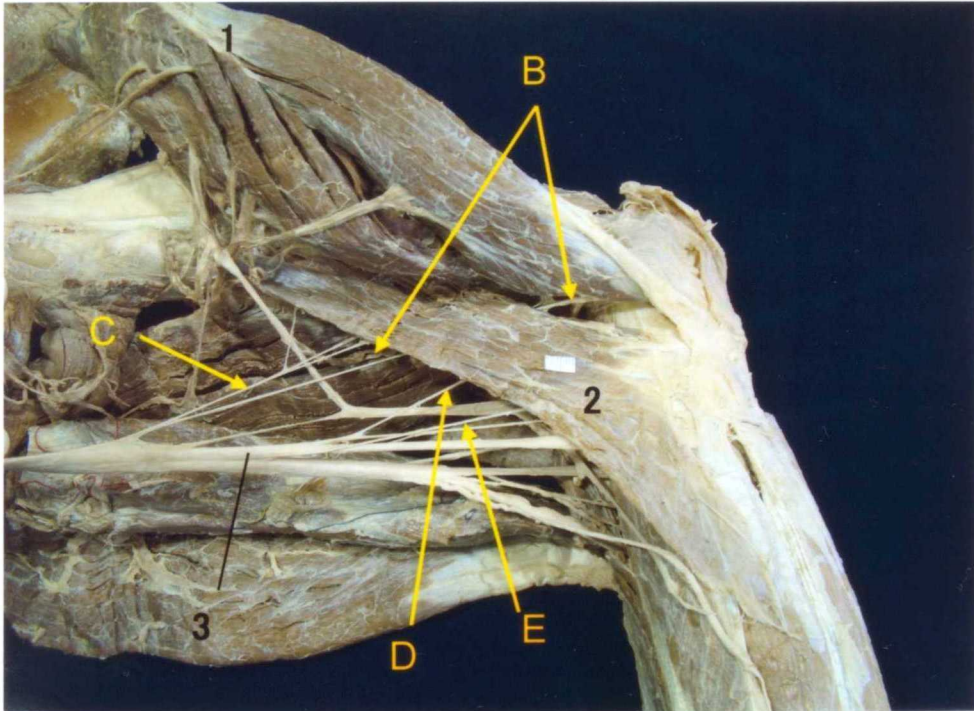


Fig. 8-21 : 右大腿部外側面 大腿二頭筋・長頭を上方へ反転
 総腓骨神経の枝である神経Bは短頭の内側を走り、付着部近くから長頭へ入る。
 神経C,D,Eは短頭へ入る総腓骨神経の枝
 1. 大腿二頭筋・長頭 2. 大腿二頭筋・短頭 3. 総腓骨神経

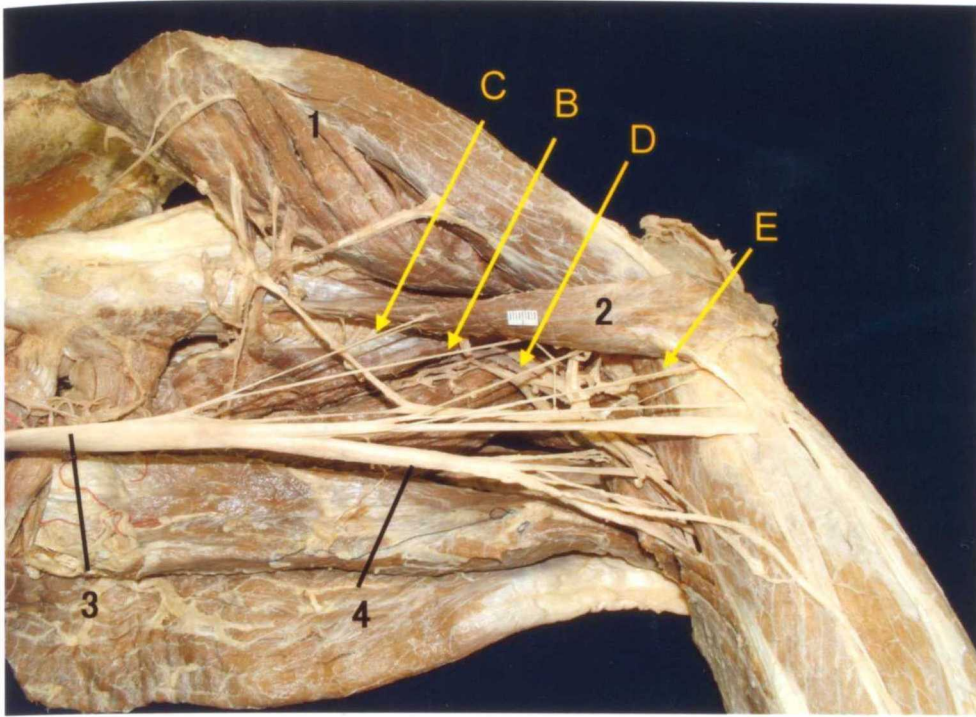


Fig. 8-22 : 右大腿部外側面 大腿二頭筋・長頭および短頭を上方へ反転
 総腓骨神経の枝である神経C,D,Eは短頭の内側から短頭へ入る。
 神経Bは長頭へ入る総腓骨神経の枝
 1. 大腿二頭筋・長頭 2. 大腿二頭筋・短頭 3. 坐骨神経 4. 脛骨神経

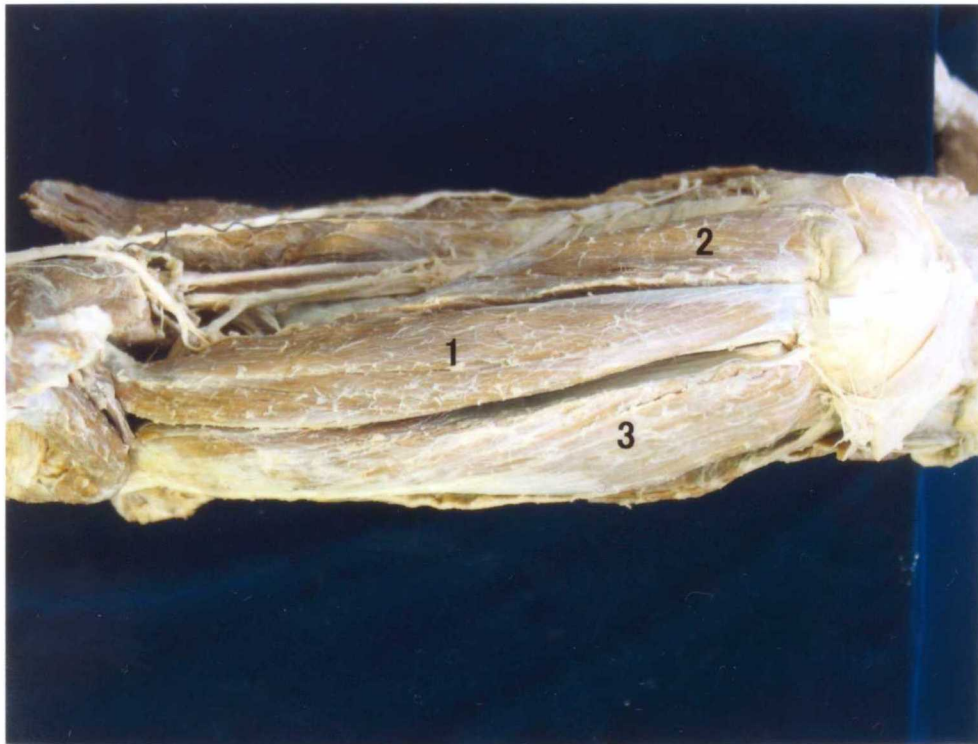


Fig. 8-23 : 左大腿部前面
 1. 大腿直筋 2. 内側広筋 3. 外側広筋



Fig. 8-24 : 右大腿部内側面
1. 縫工筋 2. 内側広筋

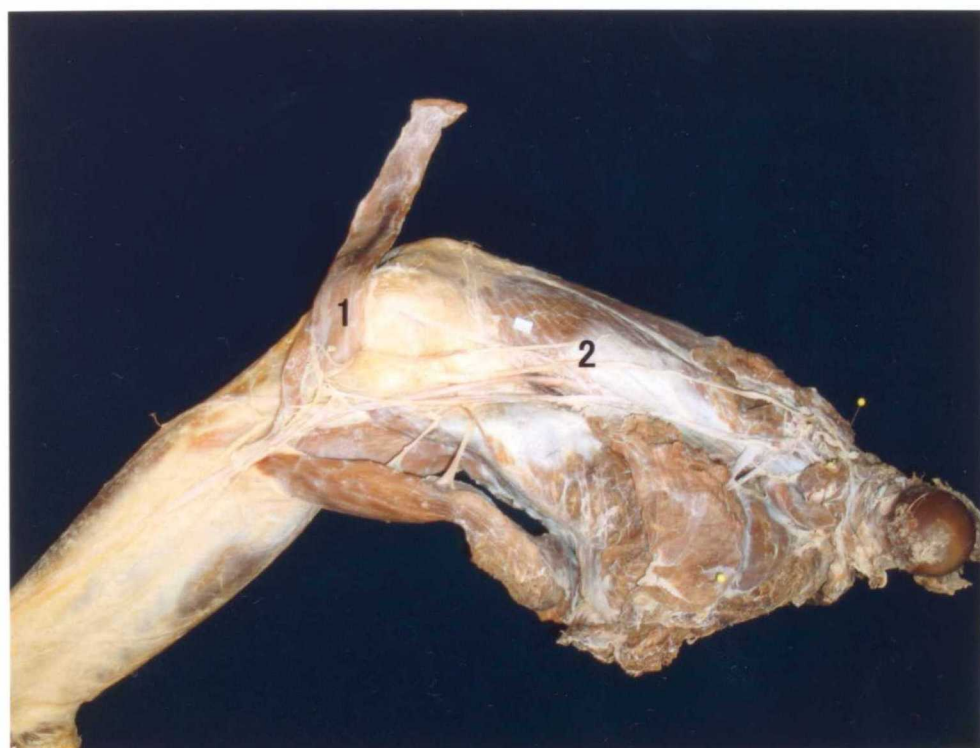


Fig. 8-25 : 右大腿部内側面 縫工筋を剥離
1. 縫工筋 2. 内側広筋

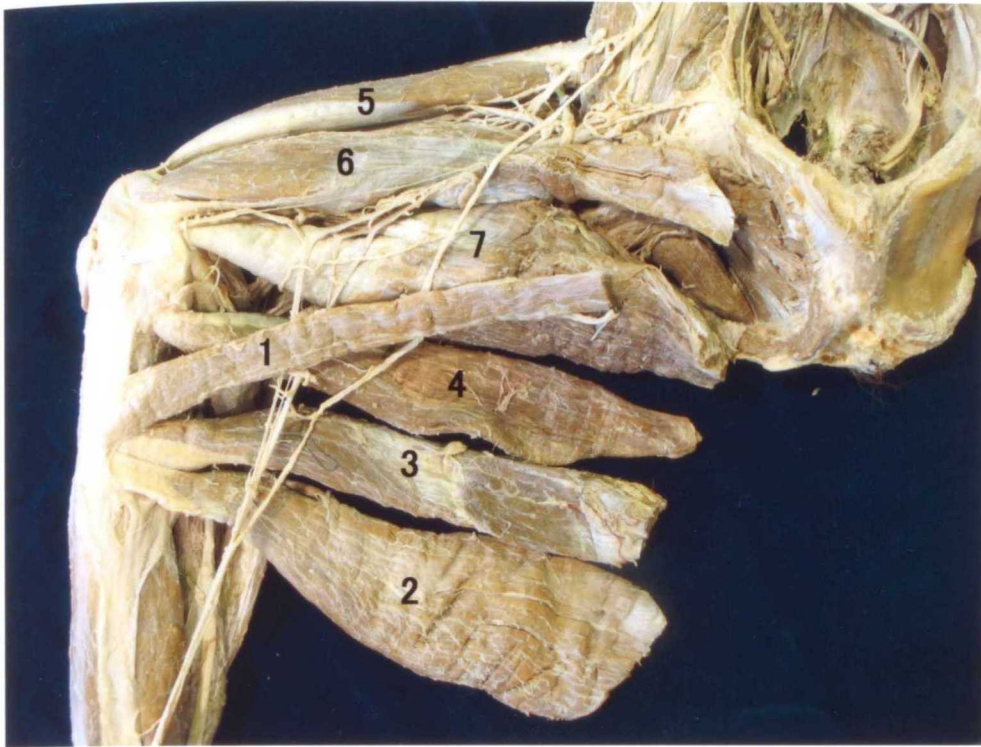


Fig. 8-26 : 右大腿部内側面

1. 縫工筋 2. 薄筋 3. 半腱様筋 4. 半膜様筋 5. 大腿直筋 6. 内側広筋
7. 大内転筋

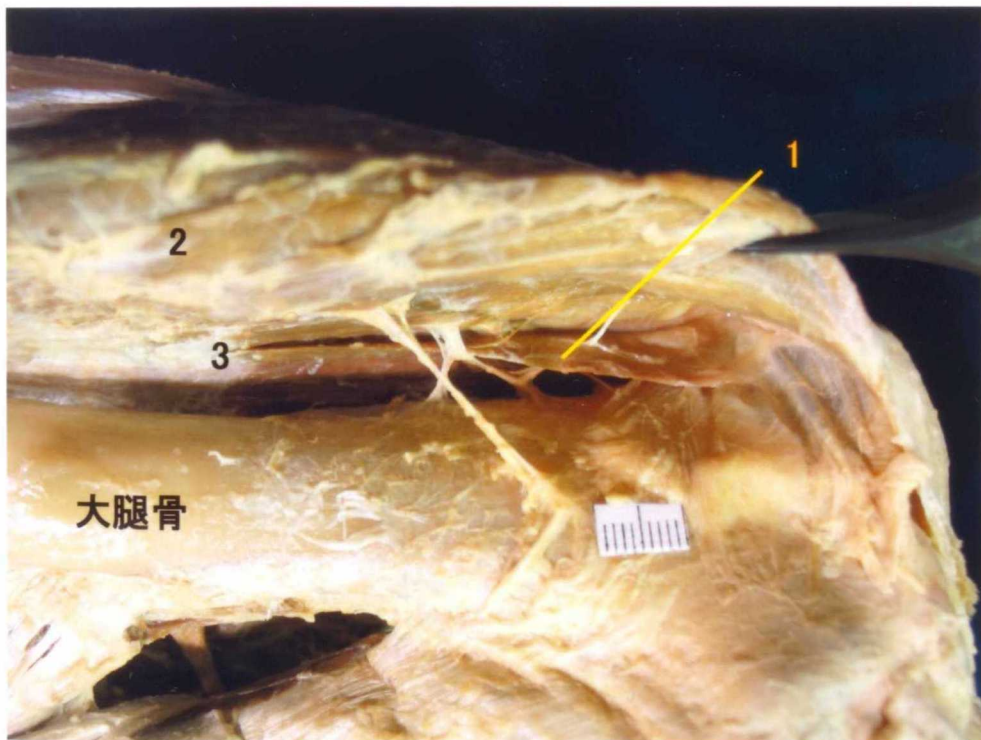


Fig. 8-27 : 左大腿部内側面 内側広筋を大腿骨から剥離

1. 膝関節筋 2. 大腿直筋 3. 中間広筋

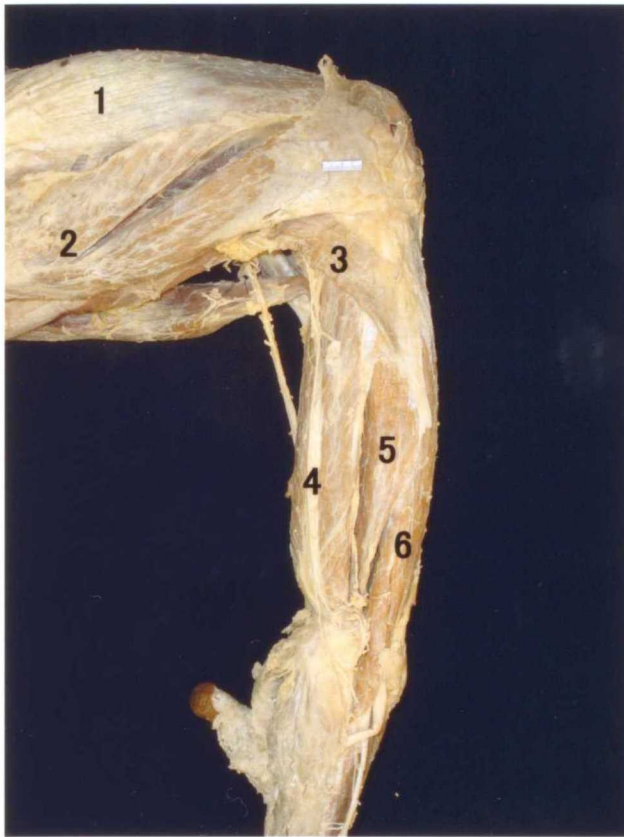


Fig. 8-28 : 右下腿部外側面

1. 外側広筋 2. 大腿二頭筋・長頭 3. 大腿二頭筋・短頭
4. 腓腹筋 5. ひらめ筋 6. 長腓骨筋

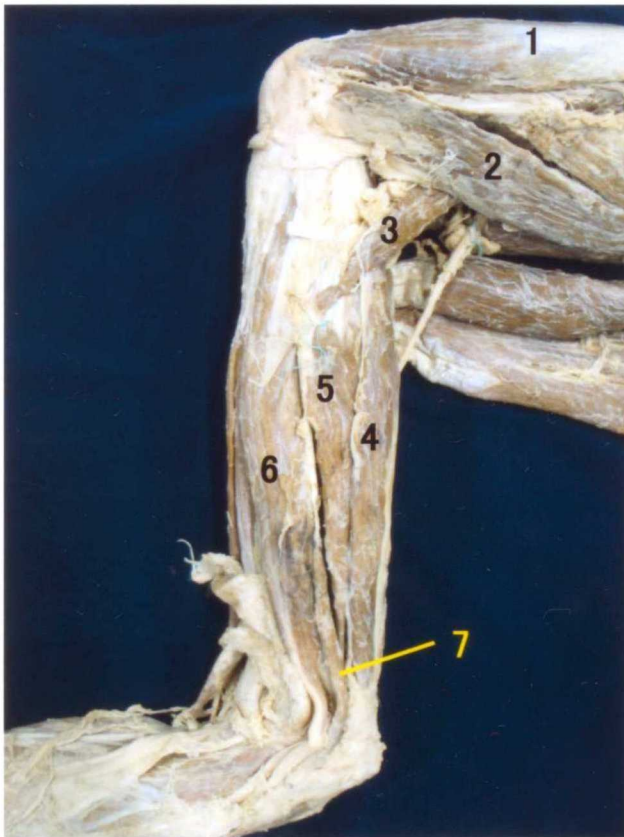


Fig. 8-29 : 左下腿部外側面

1. 外側広筋 2. 大腿二頭筋・長頭 3. 大腿二頭筋・短頭
4. 腓腹筋 5. ひらめ筋 6. 長腓骨筋 7. 短腓骨筋

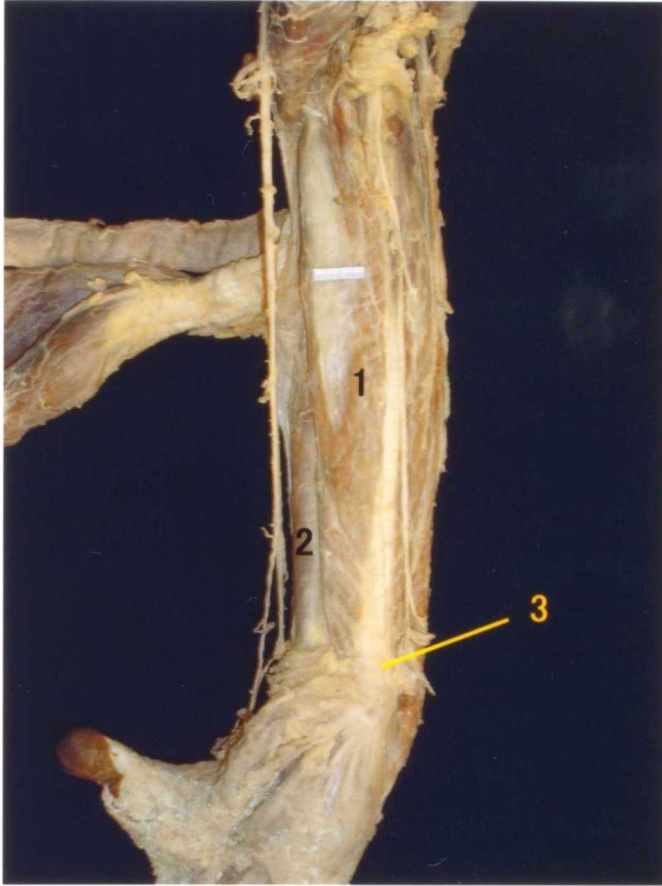


Fig. 8-30 : 右下腿部後面
1. 腓腹筋 2. 長趾屈筋 3. アキレス腱

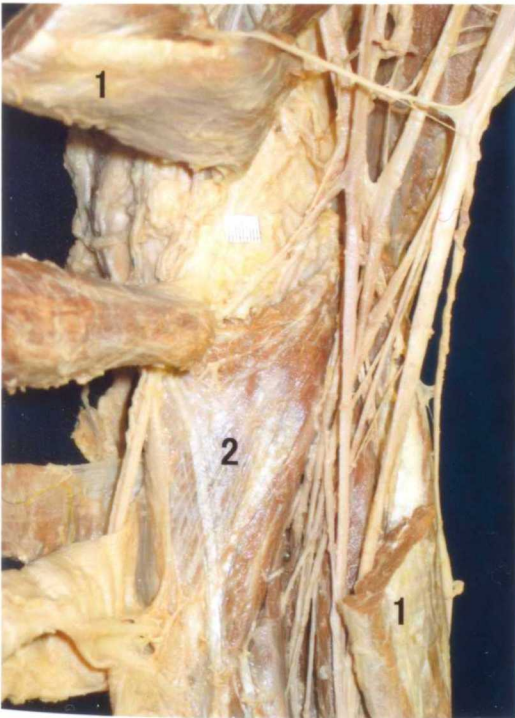


Fig. 8-31 : 右下腿部後面(膝窩部)
1. 腓腹筋 2. 膝窩筋

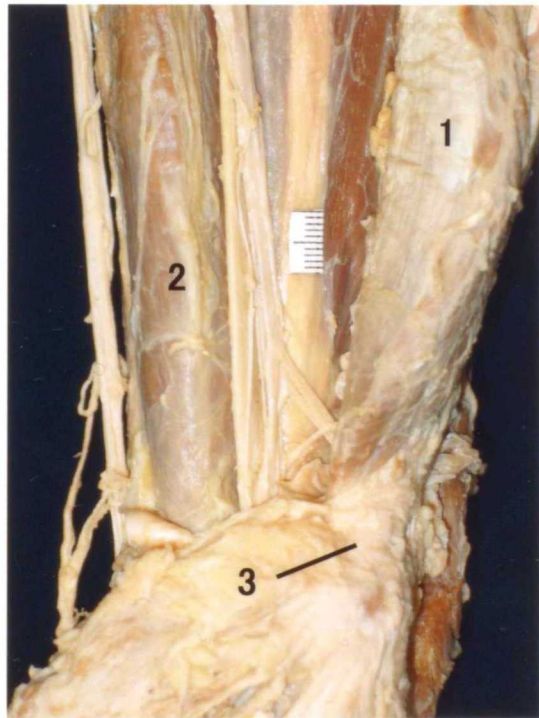


Fig. 8-32 : 右下腿部後面
1. 腓腹筋 2. 長趾屈筋 3. アキレス腱

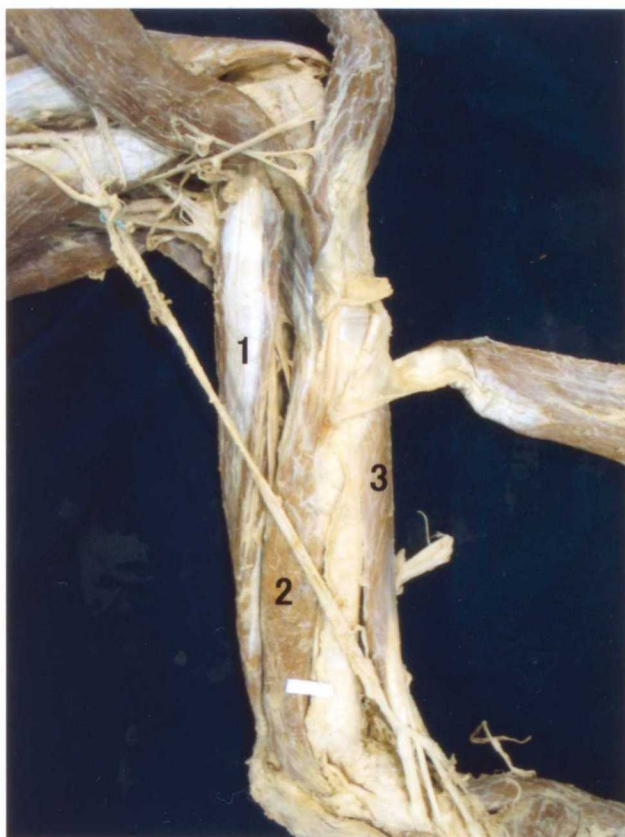


Fig. 8-33 : 左下腿部内側面
1. 腓腹筋 2. 長趾屈筋 3. 前脛骨筋

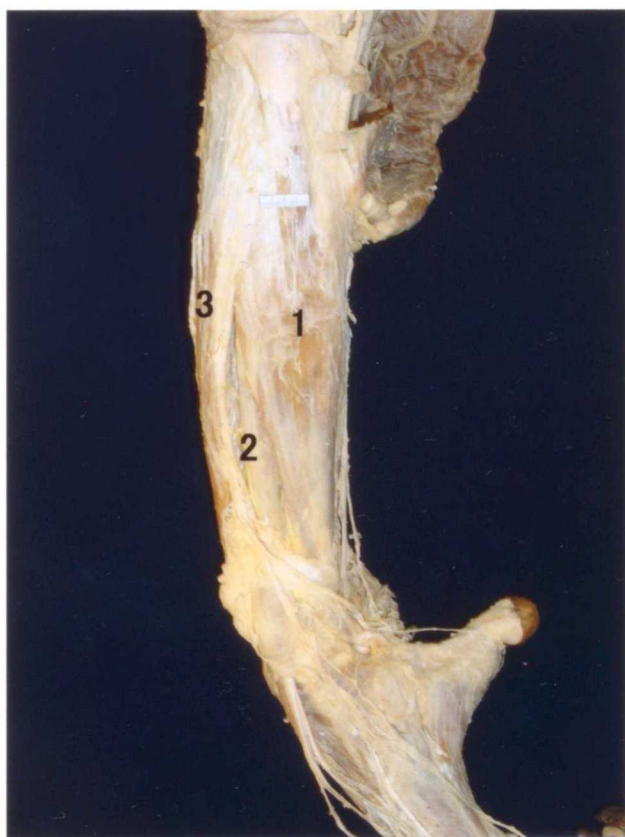


Fig. 8-34 : 右下腿部前面
1. 前脛骨筋 2. 長趾伸筋 3. 長腓骨筋

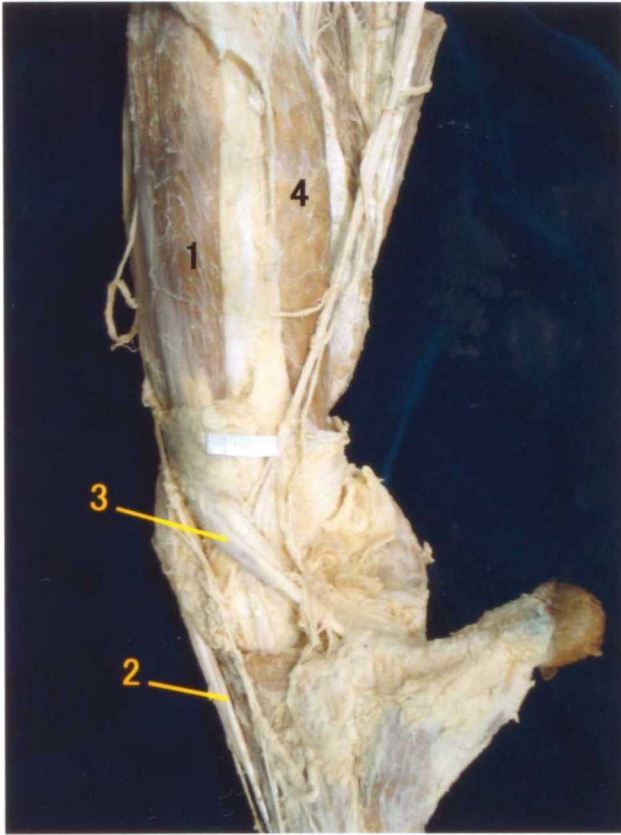


Fig. 8-35 : 右足根部前面

1. 前脛骨筋 2. 長趾伸筋の腱 3. 長母趾伸筋 4. 長趾屈筋

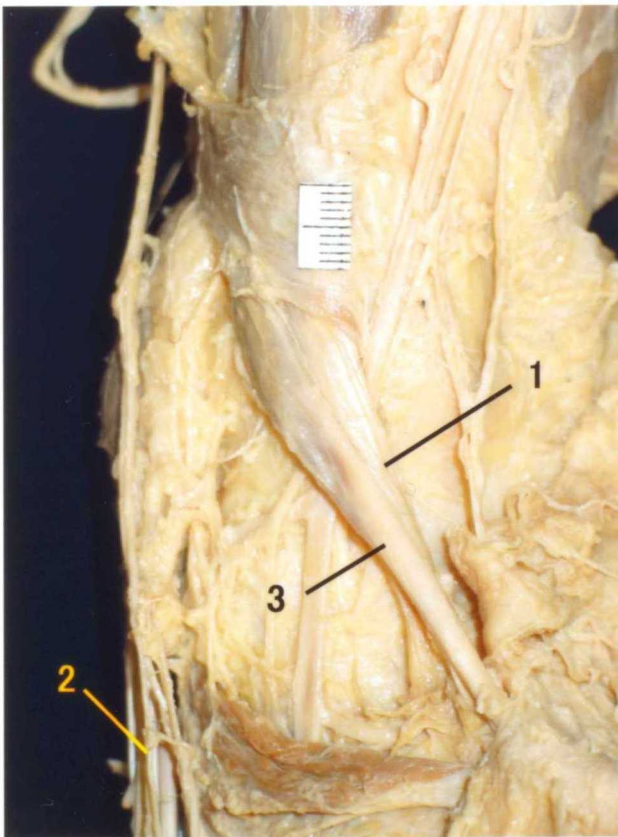


Fig. 8-36 : 右足根部前面 Fig. 8-35の拡大

1. 前脛骨筋の腱 2. 長趾伸筋の腱 3. 長母趾伸筋の腱

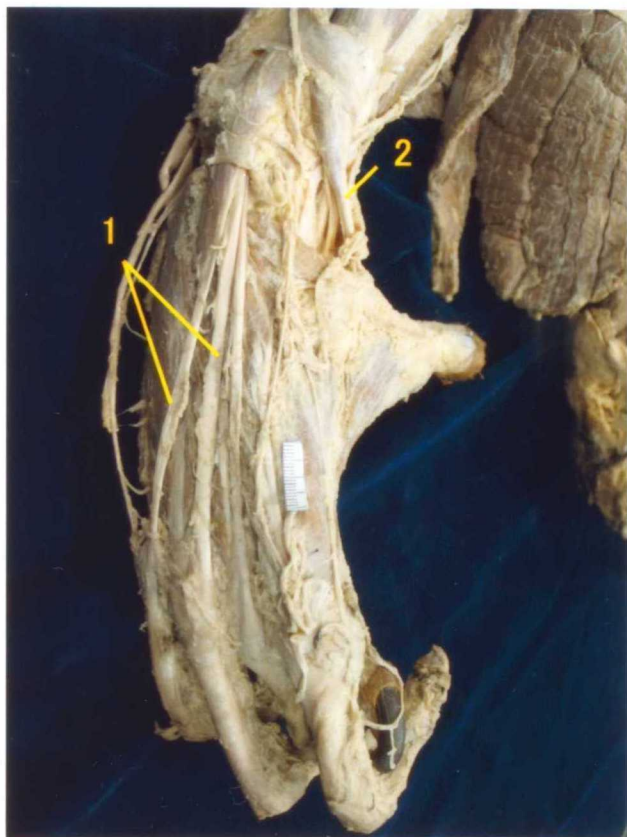


Fig. 8-37 : 右足部背面
1. 長趾伸筋の腱 2. 長母趾伸筋の腱

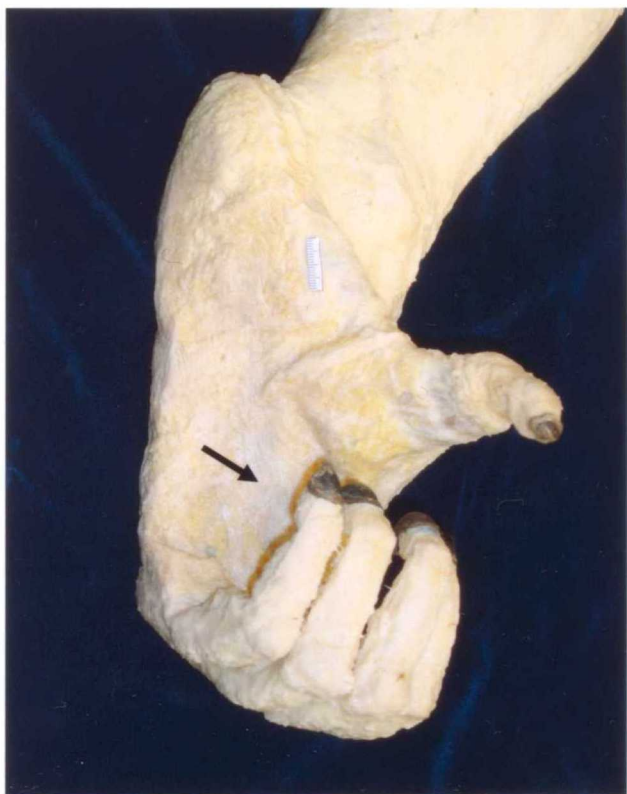


Fig. 8-38 : 左足部底側面 足底腱膜(→)

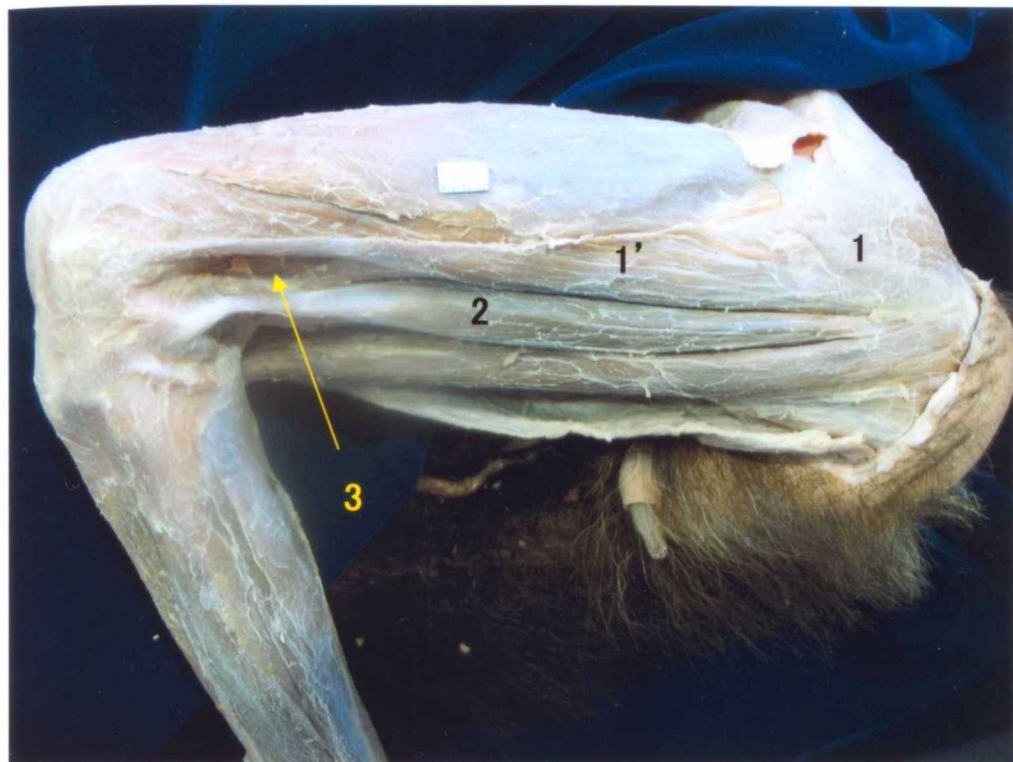


Fig. 8-39 : チンパンジー左大腿部外側面

1. 大殿筋 1'. 大殿筋・後部 2. 大腿二頭筋・長頭 3. 大腿二頭筋・短頭

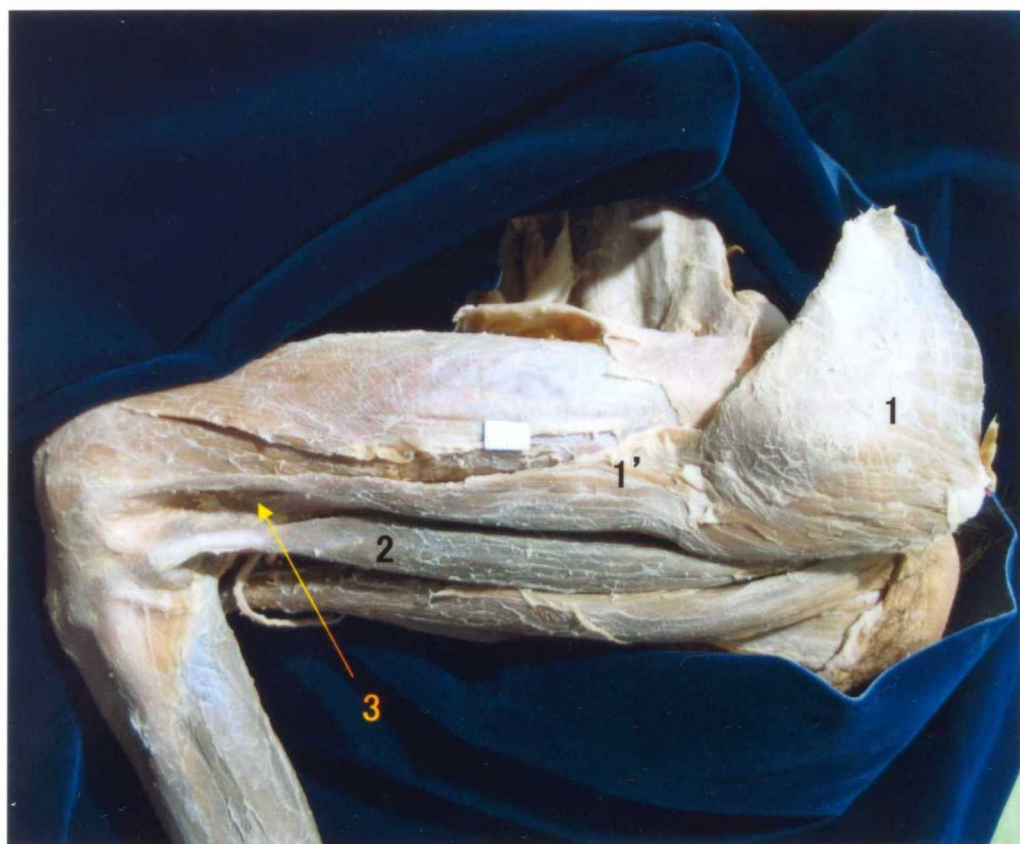


Fig. 8-40 : チンパンジー左大腿部外側面 Fig. 8-38より大殿筋を剥離

1. 大殿筋 1'. 大殿筋・後部 2. 大腿二頭筋・長頭 3. 大腿二頭筋・短頭

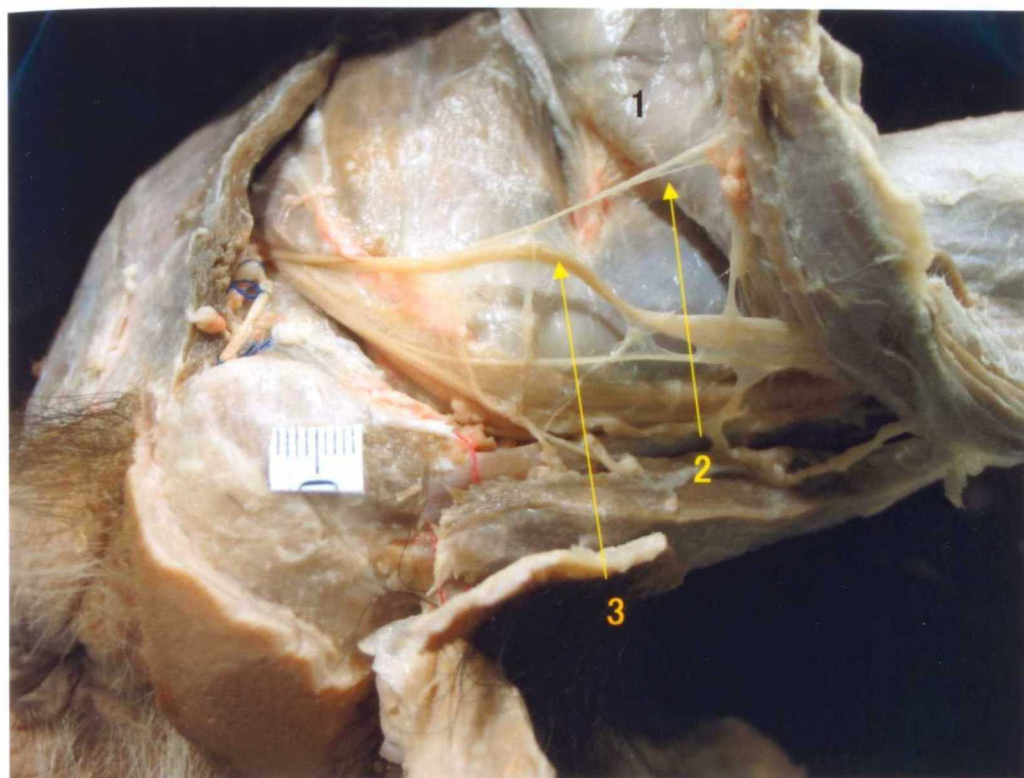


Fig. 8-41 : チンパンジー右殿部外側面 大殿筋を剥離
 1. 大殿筋 2. 下殿神経の枝 3. 下殿神経



Fig. 8-42 : チンパンジー右殿部外側面 大殿筋および大腿二頭筋・長頭を剥離
 1. 大殿筋 2. 大腿二頭筋・長頭 3. 下殿神経の枝(大殿筋へ)
 4. 下殿神経の枝(大腿二頭筋・長頭へ) 5. 坐骨神経

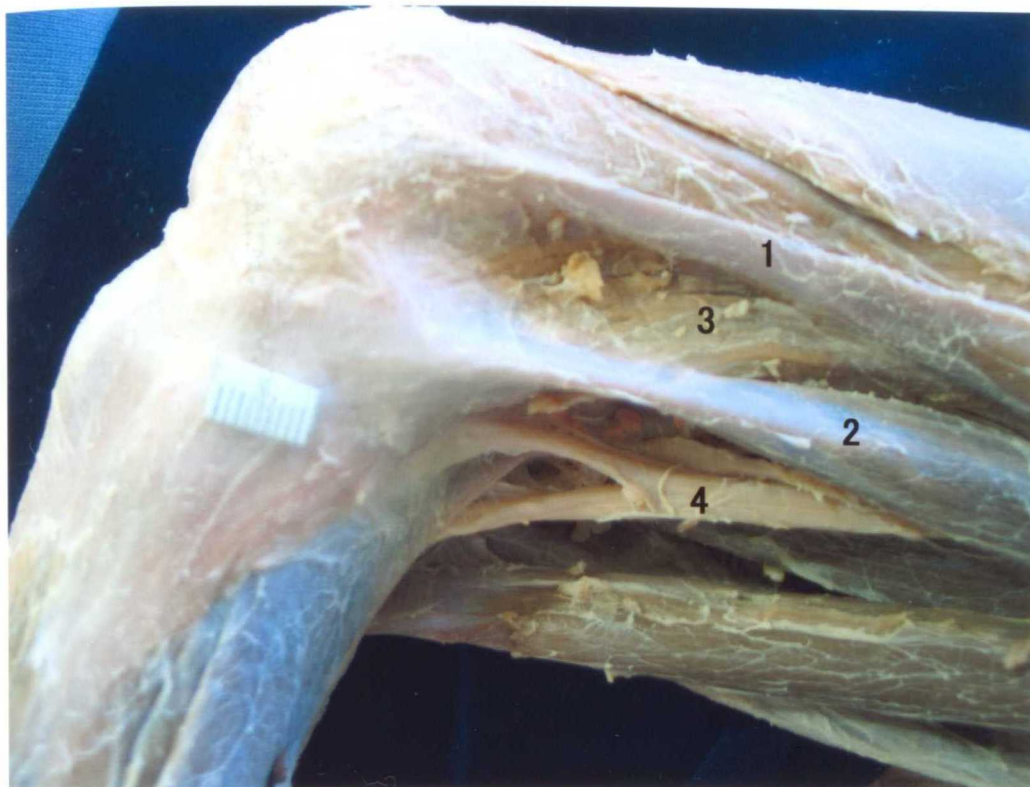


Fig. 8-43 : チンパンジー左大腿部外側面

1. 大殿筋 2. 大腿二頭筋・長頭 3. 大腿二頭筋・短頭 4. 坐骨神経



Fig. 8-44 : チンパンジー左大腿部外側面

1. 大腿二頭筋・長頭 2. 大腿二頭筋・短頭 3. 坐骨神経
4. 坐骨神経の枝(大腿二頭筋・短頭へ)

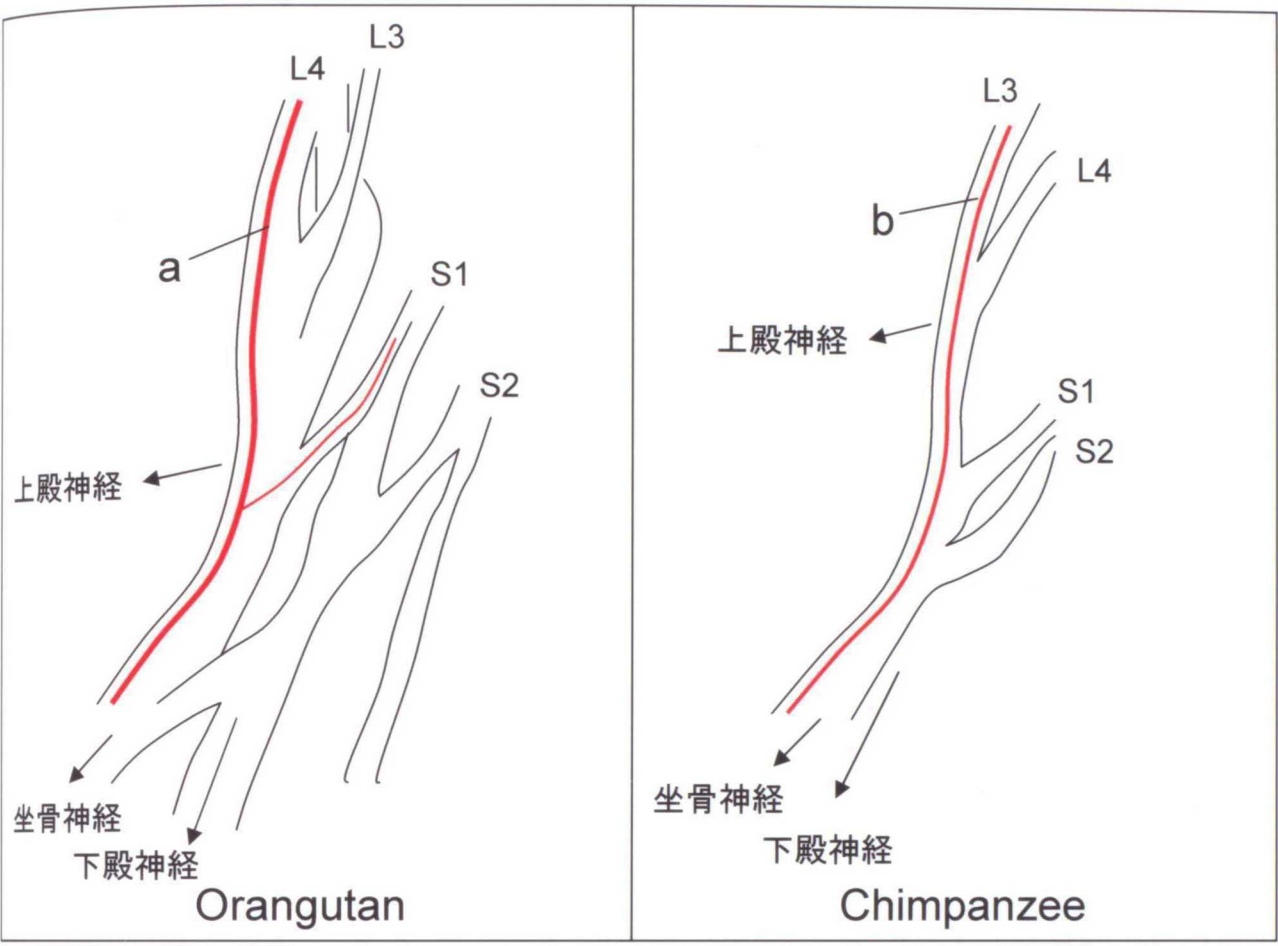


Fig. 8-45 : オランウータンおよびチンパンジーの腰仙骨神経叢 模式図
 a. 大腿二頭筋・長頭、坐骨大腿部、半腱様筋および半膜様筋へ向かう坐骨神経枝
 b. 大腿二頭筋・長頭、大殿筋・後部、半腱様筋および半膜様筋へ向かう坐骨神経枝

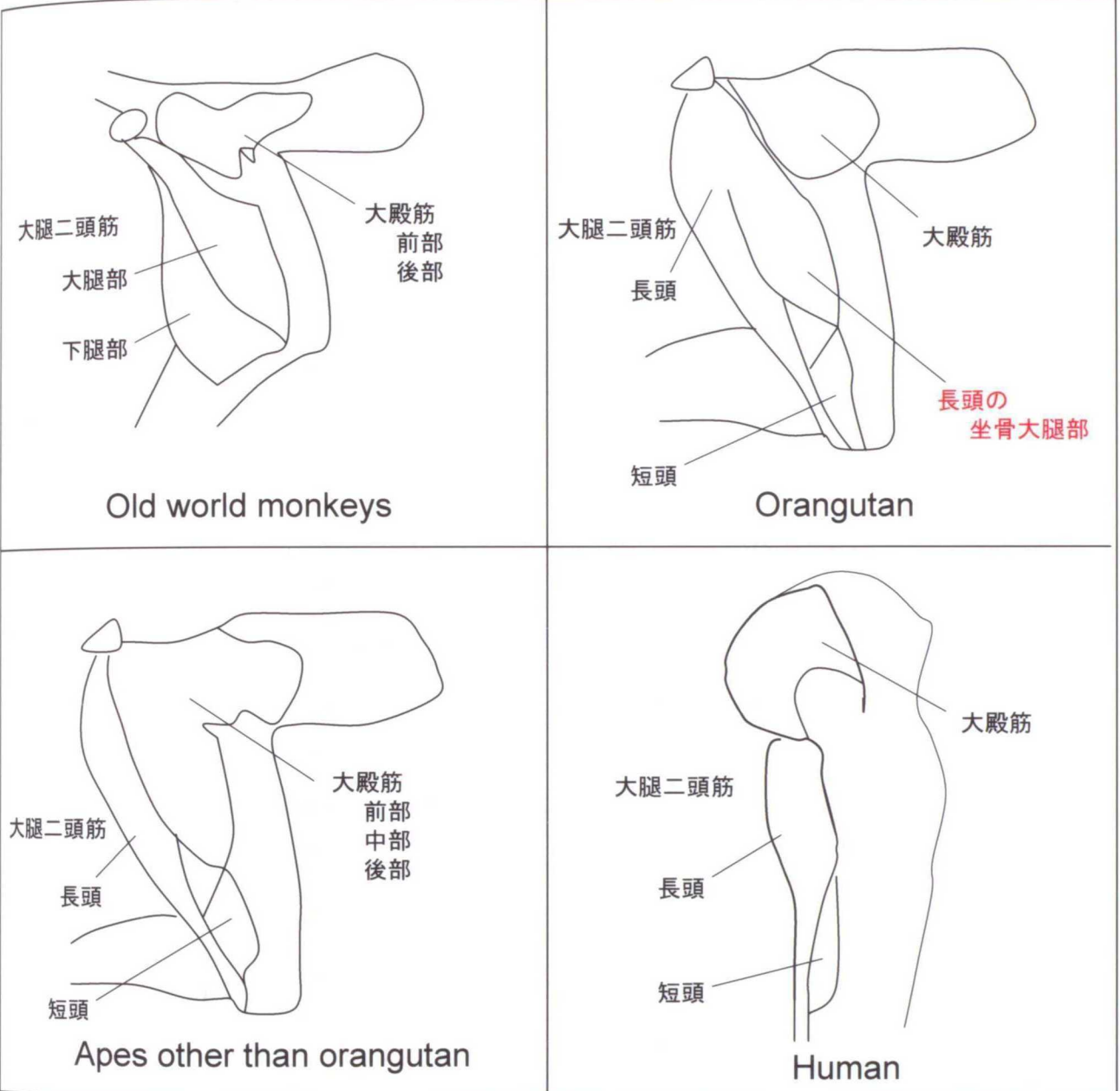


Fig. 8-46 : 大殿筋および大腿二頭筋の形態の比較 模式図

第九章

上下肢の血管系に関する形態学的研究

第一節 緒言

一般に、骨格筋の筋線維型の分布頻度や筋線維の太さは、各種哺乳類のロコモーション（移動様式）や行動能力と相関が強いとされている。木村（1993）によると、前脛骨筋の筋線維の太さは解剖学的な足形態によって規定され、蹠行性の足形態をもつオランウータンの前脛骨筋線維は3タイプ全てにおいて大径であったという結果が得られている。これは、オランウータンの足が、歩行ではなく把握に適応していることに深く関係していると思われる。第六および八章において、上下肢の筋形態について肉眼解剖学的に検討したが、樹上性への適応による骨格や筋の変化に付随して、血管系も分化することが推察される。そこで、その可能性を検討するために、上下肢の動脈について、X線および肉眼解剖学的に観察を行った。

また、X線および肉眼解剖学的検討を行うことで所見を得たが、X線画像は平面（2次元）であることから解析に限界があり、肉眼的にも膝関節部や手根、足根部の緻密な分岐や骨間を突き抜けるといった走行の観察は難しく、やはり限界がある。そこで今回、これらの所見にCT撮影データを加えることで、より正確な所見を非破壊的に得ることができると考え、コンピューター断層画像法（CT）を用いて、上肢、下肢を撮影し、これを立体再構築することで血管系を3次元的に観察することも試みた。

第二節 材料と方法

本章では、オランウータン（オス、メス各1頭）を用いた。動脈を中心にX線解剖学的に検討し、これに加え、肉眼解剖学的に動脈の剖出を行い、その分岐、走行を観察した。得られた結果については、他の霊長類を含めた文献データとの比較検討を行った。また、コンピューター断層画像法を用いて撮影し、得られた画像から血管と骨を立体再構築することで3次元的にも観察を行った。

CT撮影条件は以下の通りである。

【上腕】120kv 120mA 1sec (120mAs)

撮影スライス厚：1mm×4列

ヘリカルピッチ：3.5

関数：FC10（軟部組織）、FC30（骨）

【前腕】120kv 130mA 1sec (130mAs)

撮影スライス厚：1mm×4列

ヘリカルピッチ：3.5

関数：FC10（軟部組織）、FC30（骨）

【下肢】120kv 130mA 0.75sec (97mAs)

撮影スライス厚：1mm×4列

ヘリカルピッチ：5.5

関数：FC10（軟部組織）、FC30（骨）

第三節 結果

上肢

X線写真をヒトのデータをもとに解析した結果、腋窩動脈は上腕動脈を経て、尺骨動脈、橈骨動脈として前腕を下行し、手掌で浅掌動脈弓、深掌動脈弓を形成した後、総掌側指動脈として指の末梢に終わっていた。両個体ともに、上腕動脈からは上腕深動脈、上尺側側副動脈、下尺側側副動脈が順次分かれていた。また、上腕動脈には、反回して肘窩部を上行する枝（動脈 a）もみられた。その後、上腕動脈は尺骨動脈と橈骨動脈に分岐していた。橈骨動脈からの橈側反回動脈、尺骨動脈からの総骨間動脈に対応する枝は認められなかった [Fig. 9-1]。2個体のうち一方の個体（個体 A）では、尺骨動脈と橈骨動脈の分岐部で動脈（動脈 b）がもう 1 本分岐していた。また、尺骨動脈から尺側反回動脈が分岐する部位においても動脈（動脈 c）がもう 1 本分岐していた [Fig. 9-2]。もう一方の個体（個体 B）では、尺骨動脈と橈骨動脈の分岐部や尺骨動脈から尺側反回動脈が分岐する部位での分枝は確認できなかった [Fig. 9-3]。

肉眼解剖学的観察においては、両個体ともに、上腕動脈から上腕深動脈、上尺側側副動脈、下尺側側副動脈が分岐した後、前腕橈側面を上腕骨外側上顆に向かって上行しつつ腕橈骨筋、長・短橈側手根伸筋などに筋枝を送る動脈 A が認められた [Figs. 9-4~6]。さらに、一方の個体（個体 A）では、尺骨動脈と橈骨動脈の分岐部で回外筋遠位縁を通過して、橈骨を迂回する動脈 B が認められた [Figs. 9-4, 5]。この動脈は、前腕後面を上行する動脈 C [Fig. 9-4] と、指伸筋や尺骨手根伸筋などに筋枝を出す動脈に分かれ、動脈 A とともに肘関節動脈網を形成していた。また、尺骨動脈から尺側反回動脈が分岐する部位では動脈 D が分かれていた [Fig. 9-8]。この枝は前腕前面を橈側手根屈筋や浅指屈筋などに分枝を出しながら下行していた。もう一方の個体（個体 B）では、尺骨動脈と橈骨動脈の分岐部で動脈 B は認められなかったが、尺骨動脈から尺側反回動脈が分岐する部位では、動脈 E および F が分かれていた [Fig. 9-6]。動脈 E は前腕骨間膜を長母指外転筋の上縁で貫通し、回外筋を貫いていた [Fig. 9-7]。その後、前腕後面を上行する動脈 G と前腕伸筋群に筋枝を送りながら下行する動脈に分かれていた。動脈 F は前腕前面を前腕屈筋群に分枝を出しながら下行

していた [Fig. 9-9]。

3次元観察については、血管造影剤を注入後かなりの時間が経過してからCT撮影を行ったため、造影剤の劣化等もあり、残念ながら期待したような画像を得ることはできなかった [Figs. 9-12~16]。しかし、X線学的には観察することができなかった上腕回旋動脈の走行を確認することができ [Fig. 9-12]、また、上腕深動脈、上尺側側副動脈、下尺側側副動脈の上腕動脈からの分岐や、橈側反回動脈、橈骨動脈、尺骨動脈も認められた [Figs. 9-12~14]。手根部に関しては、手背において、背側手根枝、背側中手動脈、母指主動脈を確認するにしか至らなかった [Figs. 9-15, 16]。

下肢

X線解剖学的検討において、大腿動脈は、膝窩動脈を経て膝窩にて前脛骨動脈、後脛骨動脈に分岐し下腿を下行する、という像が見られた [Fig. 9-17]。大腿動脈からは大腿近位部にて大腿深動脈が、大腿中間位部にて伏在動脈が順次分岐していた。膝関節部では、膝窩動脈より膝関節へと向かう枝が2本見られ、前面で膝関節動脈網を形成していた。この膝関節動脈網には下行膝動脈からの分岐も加わっていた。また膝窩動脈は、二分する部位より近位にて前方へと向かう枝を出し、これは文献 (Sonntag, 1924) に述べられている膝窩動脈の枝としての腓骨動脈であると考えられた。その後、膝窩動脈は膝窩を下行し、前脛骨動脈と後脛骨動脈とに分かれていた。伏在動脈は下腿脛側を下行し足背動脈となった後、足底側にも分岐し趾の末梢に終わっていた。後脛骨動脈は踵より足底に入り足底動脈となっていた。

肉眼解剖学的観察においては、大腿動脈は大腿四頭筋の内側広筋と内転筋群の間の溝を進み、伏在動脈、下行膝動脈を出した後、大内転筋腱裂孔を通過して膝窩に入り、膝窩動脈となっていた。大腿深動脈は、まず大腿方形筋へ向かう筋枝を出し、その後、大腿四頭筋や大腿骨頭へ向かう外側大腿回旋動脈と、内転筋群へ向かう内側大腿回旋動脈に分岐していた。貫通動脈は見られず、大腿方形筋への筋枝と内側大腿回旋動脈にそれぞれ大腿後面へと向かう分岐が観察された [Fig. 9-18]。また、内転筋腱裂孔を通過した直後に、内転筋に向かう筋枝

が見られた。膝関節部では、外側の膝上部に入る枝と内側の膝下部に向かう枝が観察された。その後、膝窩動脈は二分し、膝窩筋上縁から内側に入り込んで下腿骨間膜を貫き、前面へ出る前脛骨動脈と、腓腹筋、ヒラメ筋と深部屈筋の間を下行し、足底へ向かう後脛骨動脈となった [Figs. 9-20~22]。後脛骨動脈からは外側への腓骨動脈が腓腹筋、ヒラメ筋、深部屈筋に分布していた。伏在動脈 [Fig. 9-19] は下腿内側の皮下を下行し、前脛骨筋や長母趾伸筋の腱の下を通過して足背へ至り、細い枝を母趾へ出していた。

3次元的観察については、上肢と同様の理由から、期待したような画像を得ることはできなかった [Figs. 9-25~31]。特に、大腿動脈と伏在動脈が造影されず、大腿部の観察はほぼ不可能であった。しかし、膝窩動脈以下の走行に関しては、上肢の場合よりも詳細な観察が可能であり、後脛骨動脈が足底に至る様子 [Fig. 9-25] や前脛骨動脈が下腿骨間膜を貫き、前面へ出てくる様子 [Fig. 9-27] が観察された。また、足部において、足背動脈、背側中足動脈や、足底動脈、足底動脈弓、底側中足動脈が認められた [Figs. 9-28~31]。

第四節 考察

上肢

肉眼解剖学的観察結果をもとにX線写真を解析してみると、両個体に認められた動脈 a は、動脈 A に相当し、前腕橈側面を上行しつつ、腕橈骨筋、長・短橈側手根伸筋などに筋枝を送っていることから、橈側反回動脈であると同定された。X線写真において一方の個体（個体 A）にみられた動脈 b と c はそれぞれ、肉眼解剖学的観察における動脈 B と D に相当し、動脈 B は前腕後面を前腕伸筋群に、また、動脈 D は前腕前面を前腕屈筋群に筋枝を出しながら下行しており、動脈 C は動脈 B から反回して前腕後面を上行していることから、それぞれ後骨間動脈、前骨間動脈、反回骨間動脈であると同定された。また、X線写真では確認できなかったが、もう一方の個体（個体 B）で肉眼解剖学的に認められた動脈 E、F、G のうち、動脈 F と G は走行と筋分布がそれぞれ先の個体の動脈 D と C に対応し、それぞれ前骨間動脈、反回骨間動脈であると考えられた。動脈 E においても、分岐部と前腕骨間膜を貫通するかしないかという点に違いはみられたが、その他の走行と筋分布に動脈 B との対応がみられ、後骨間動脈であると考えられた。

以上のことをまとめると、上肢の動脈系は、動脈管束を形成するロリスなどとは異なり、上腕動脈－尺骨動脈を主幹とするヒトやチンパンジーと多くの点で類似するものであったが、肘窩部において、ヒトの分岐様式とは異なる点がいくつかみられた [Figs. 9-10, 11]。ヒトでは橈骨動脈の枝として分岐する橈側反回動脈が、オランウータンでは上腕動脈から直接分岐し、前腕橈側面を上腕骨外側上顆に向かって上行していた。また、ヒトではまず総骨間動脈が分岐し、その枝として前骨間動脈と後骨間動脈が分岐するのに対し、オランウータンでは個体間の分岐部に多少の違いが認められるものの、前骨間動脈と後骨間動脈が総骨間動脈を介さず、それぞれ尺骨動脈から直接分岐していた。その個体間の違いというのは、後骨間動脈が尺骨動脈と橈骨動脈の分岐部から分岐し、回外筋遠位縁を通過して橈骨を迂回し前腕後面を下行するパターンと、後骨間動脈が前骨間動脈と同時に分岐し、長母指外転筋の上縁で前腕骨間膜を貫通し、回外筋をも貫いて前腕後面を下行するパターンであった。

Sonntag (1924) は、後骨間動脈に関して記載しておらず、反回骨間動脈が上腕動脈から分岐していたと記載しているが、その分岐部については記載していない。しかし、尺骨動脈と橈骨動脈の分岐部において、他の枝が同時に分岐していたとの記載もなく、尺骨動脈から橈骨動脈だけが分岐している図が描かれている。したがって、少なくとも、後骨間動脈は尺骨動脈と橈骨動脈の分岐部から分岐していなかったようであるが、今回認められた個体差のうちどちらがオランウータンに多い分岐パターンであるのかについての解明には至らなかった。

下肢

下肢の動脈系における以上の所見をまとめると、以下のようなになる [Figs. 9-23, 24]。まず、ヒトで認められる大腿深動脈の終枝である貫通動脈がオランウータンには認められなかった。オランウータンの大腿深動脈は外側および内側大腿回旋動脈に分かれ、大腿方形筋への枝と内側大腿回旋動脈にそれぞれ大腿後面へと向かう分枝があり、貫通動脈を補う役割を果たしていた。また、ヒトでは認められない伏在動脈がチンパンジー、ヒヒ、ロリス等のヒト以外の霊長類と同様に存在し、これが内転筋腱裂孔の手前で大腿動脈から分岐し、伏在静脈に伴行して足背に至り、足背動脈となっていた。ヒトにおいては、伏在動脈は退化し、前脛骨動脈が足背に至り足背動脈となる。また、X線解剖学的に文献 (Sonntag, 1924) を参考に観察した結果、腓骨動脈であると考えられた動脈は、肉眼的には下腿骨間膜を貫き前面伸筋に分布しており、前脛骨動脈であると同定された。ヒトでは膝窩筋下縁から骨間に入り込む前脛骨動脈が、オランウータンではよく発達した膝窩筋上縁から入り込んで骨間膜を貫き下腿前面へと至っていた。しかし、このような前脛骨動脈の走行は、1%のヒトにも変異として認められる (Kahle, 1990)。一方、X線解剖学的に前脛骨動脈であると考えられた動脈は、肉眼的には下腿外側へ分岐し、腓腹筋、ヒラメ筋、深部屈筋へ分布しており、腓骨動脈であると同定され、足底へと至る後脛骨動脈から分岐していた。文献 (Sonntag, 1924) では、オランウータンの腓骨動脈は、前脛骨動脈と後脛骨動脈に二分する前の膝窩動脈から分岐すると述べられてい

たが、今回の観察において、腓骨動脈は膝窩動脈の枝ではなく、ヒトと同様に後脛骨動脈の枝であった。

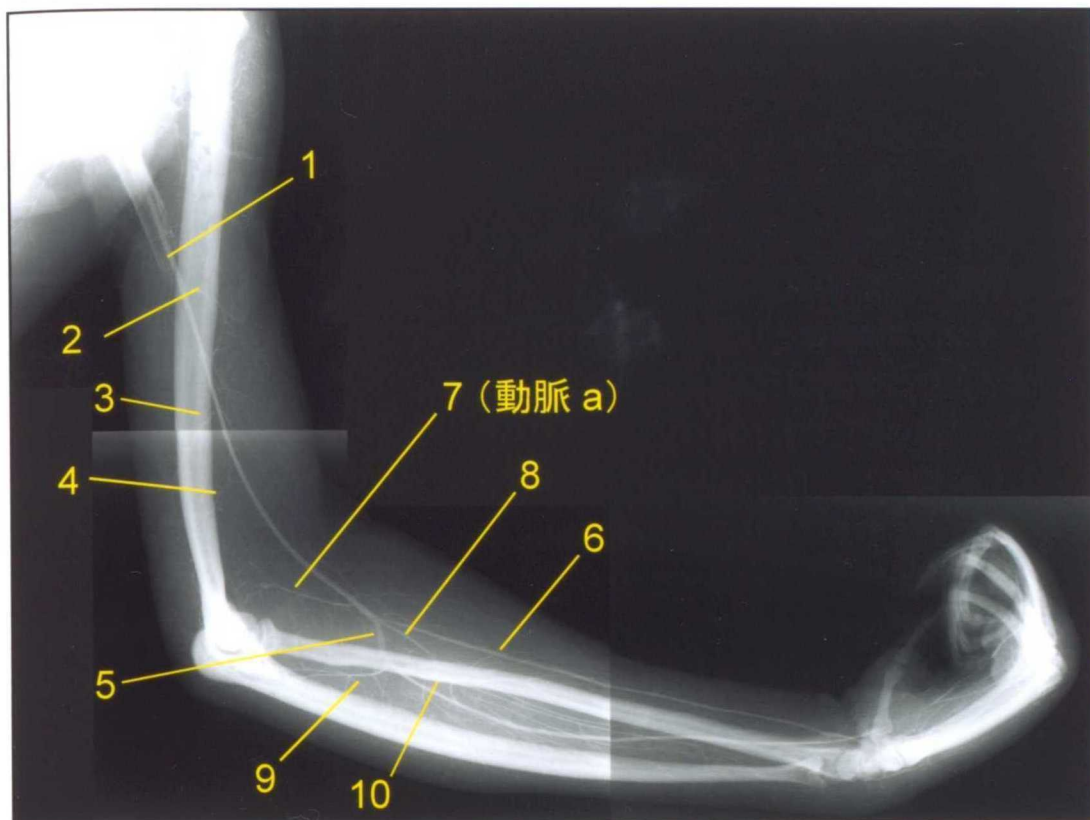


Fig. 9-1 : 左上肢X線写真(個体A)



Fig. 9-2 : 右肘窩部X線写真(個体A)

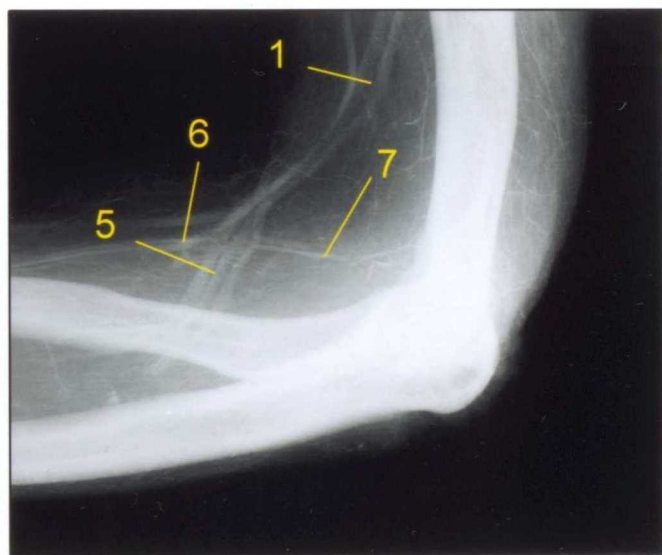


Fig. 9-3 : 右肘窩部X線写真(個体B)

1. 上腕動脈
2. 上腕深動脈
3. 上尺側側副動脈
4. 下尺側側副動脈
5. 尺骨動脈
6. 橈骨動脈

7. 橈側反回動脈
8. 後骨間動脈
9. 尺側反回動脈
10. 前骨間動脈
11. 反回骨間動脈

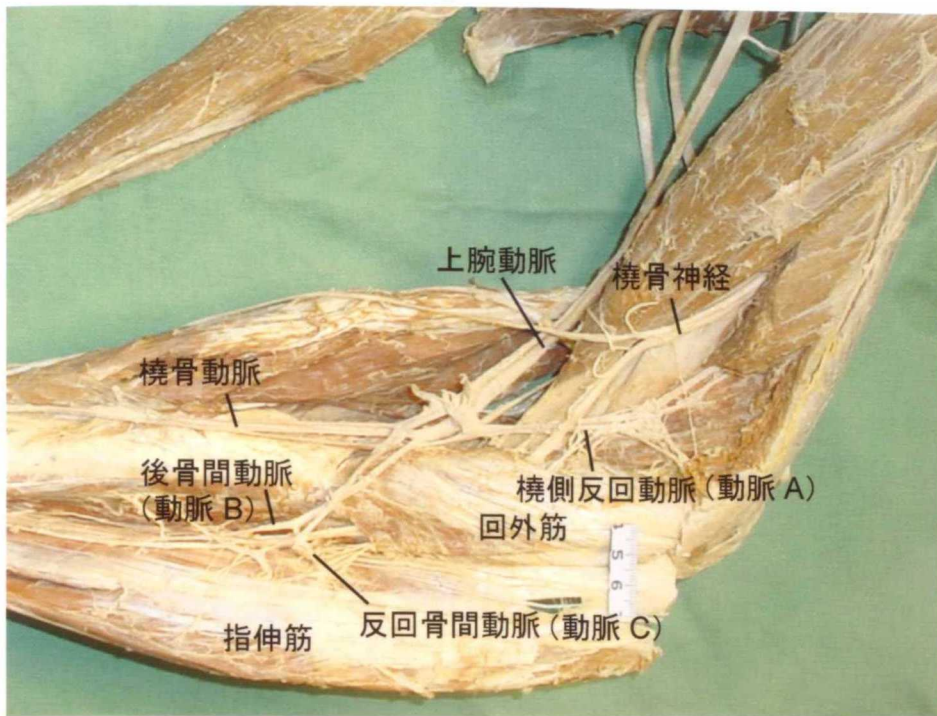


Fig. 9-4 : 左肘窩部外側面(個体A)
 桡側反回動脈は上腕動脈から直接分岐し、前腕橈側面を上腕骨外側上顆に向かい上行する。

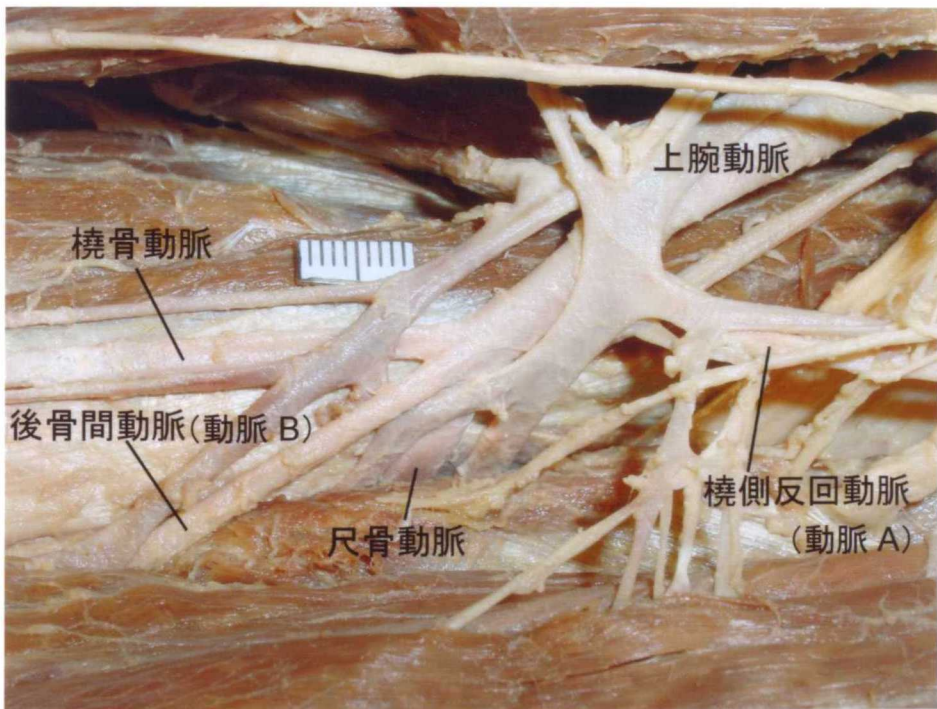


Fig. 9-5 : 左肘窩部外側面(個体A) Fig. 9-4の拡大
 個体Aでは後骨間動脈は桡骨動脈と同時に分岐

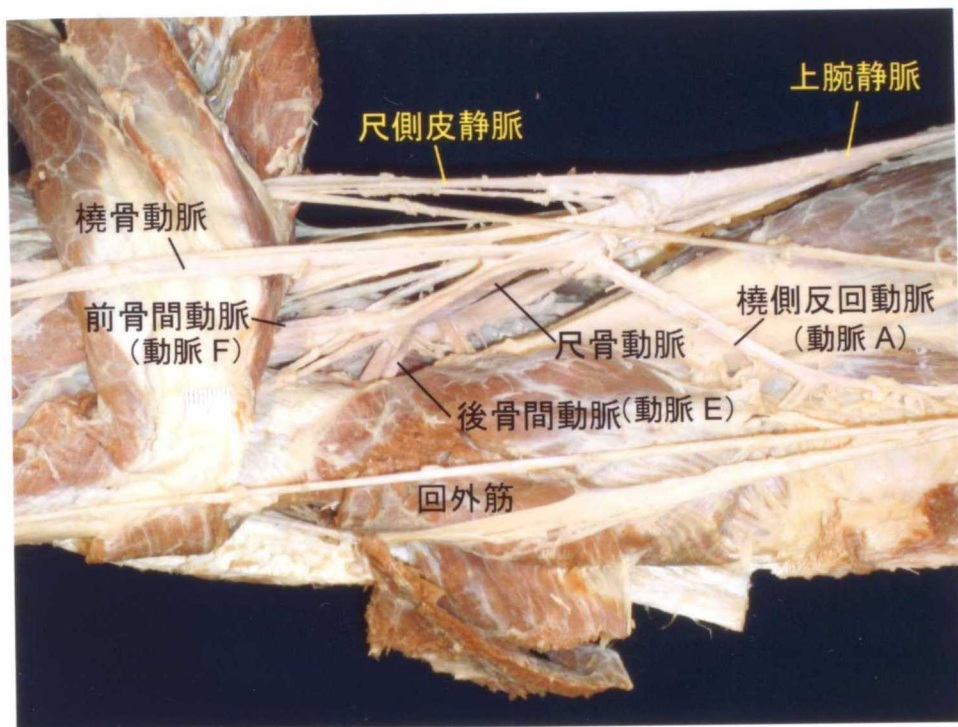


Fig. 9-6 : 左肘窩部外側面(個体B)
 個体Bでは後骨間動脈は前骨間動脈と同時に分岐

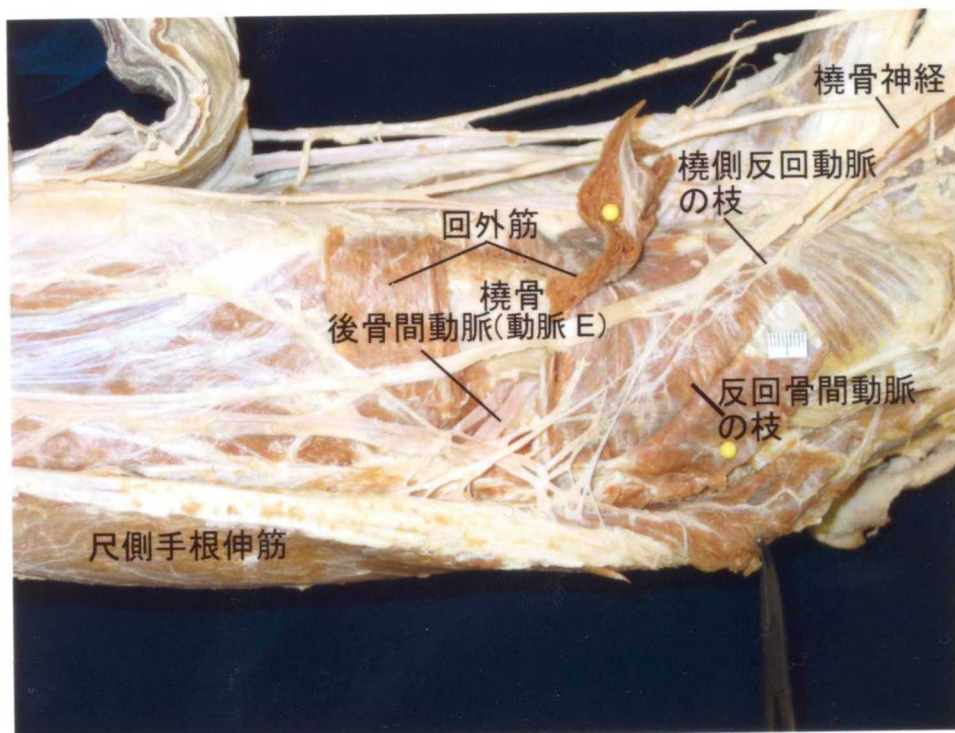


Fig. 9-7 : 左肘窩部外側面(個体B)
 個体Bにおいて、後骨間動脈は前腕骨間膜および回外筋を貫く。

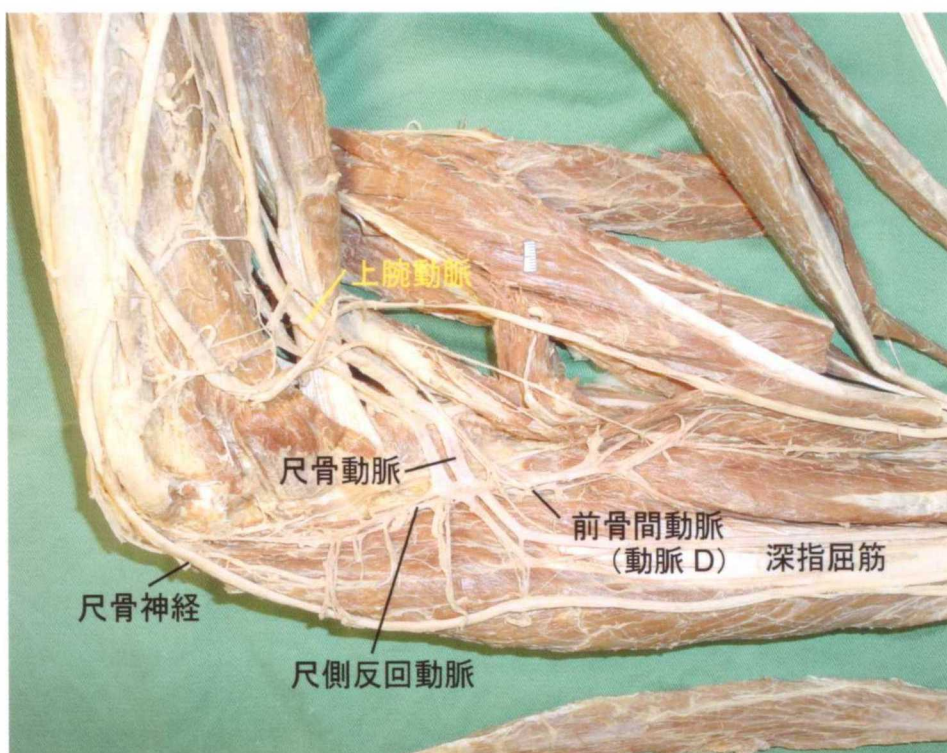


Fig. 9-8 : 左肘窩部内側面(個体A)

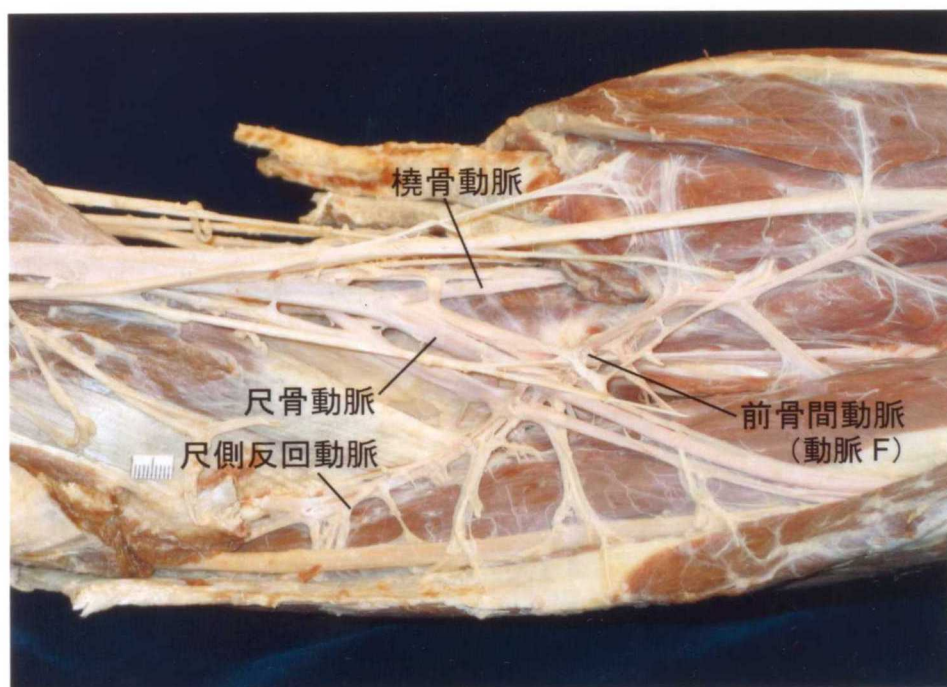


Fig. 9-9 : 左肘窩部内側面(個体B)

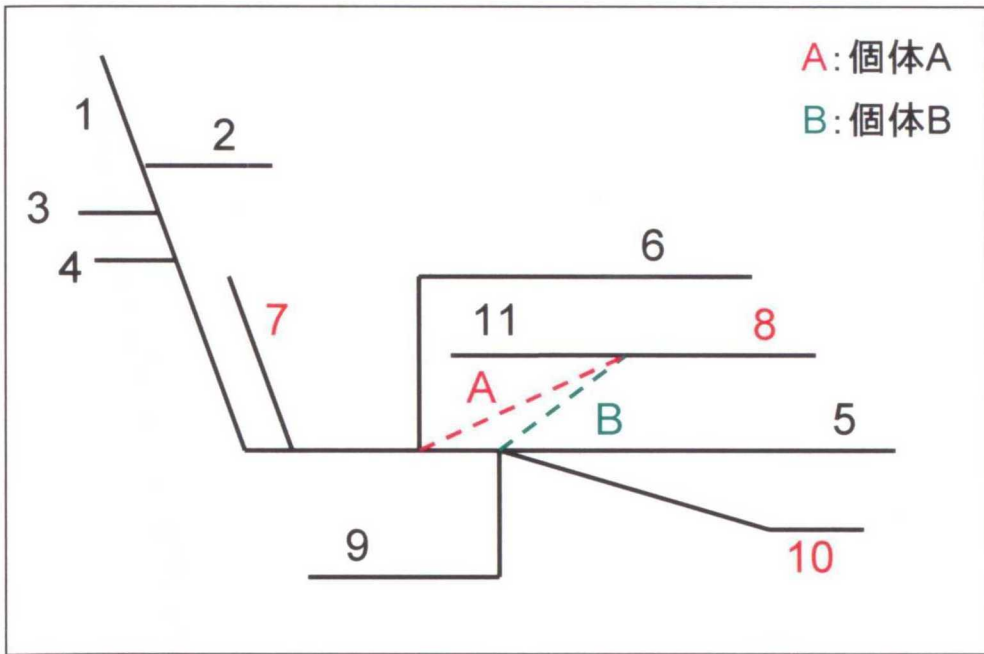


Fig. 9-10 : オランウータン上肢の動脈分岐・模式図

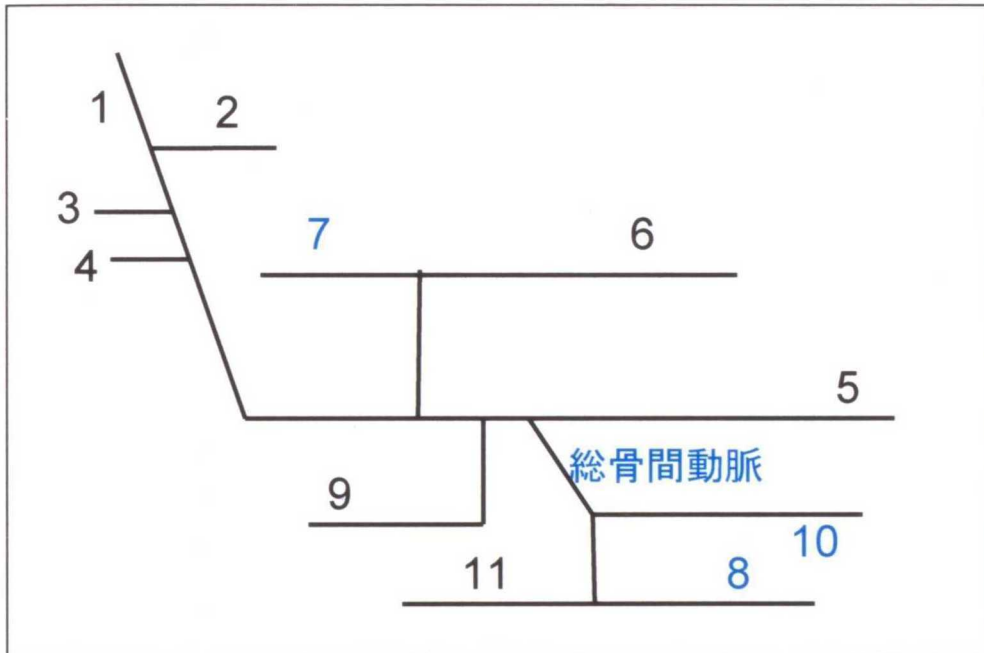


Fig. 9-11 : ヒト上肢の動脈分岐・模式図

- | | |
|------------|------------|
| 1. 上腕動脈 | 7. 橈側反回動脈 |
| 2. 上腕深動脈 | 8. 後骨間動脈 |
| 3. 上尺側側副動脈 | 9. 尺側反回動脈 |
| 4. 下尺側側副動脈 | 10. 前骨間動脈 |
| 5. 尺骨動脈 | 11. 反回骨間動脈 |
| 6. 橈骨動脈 | |

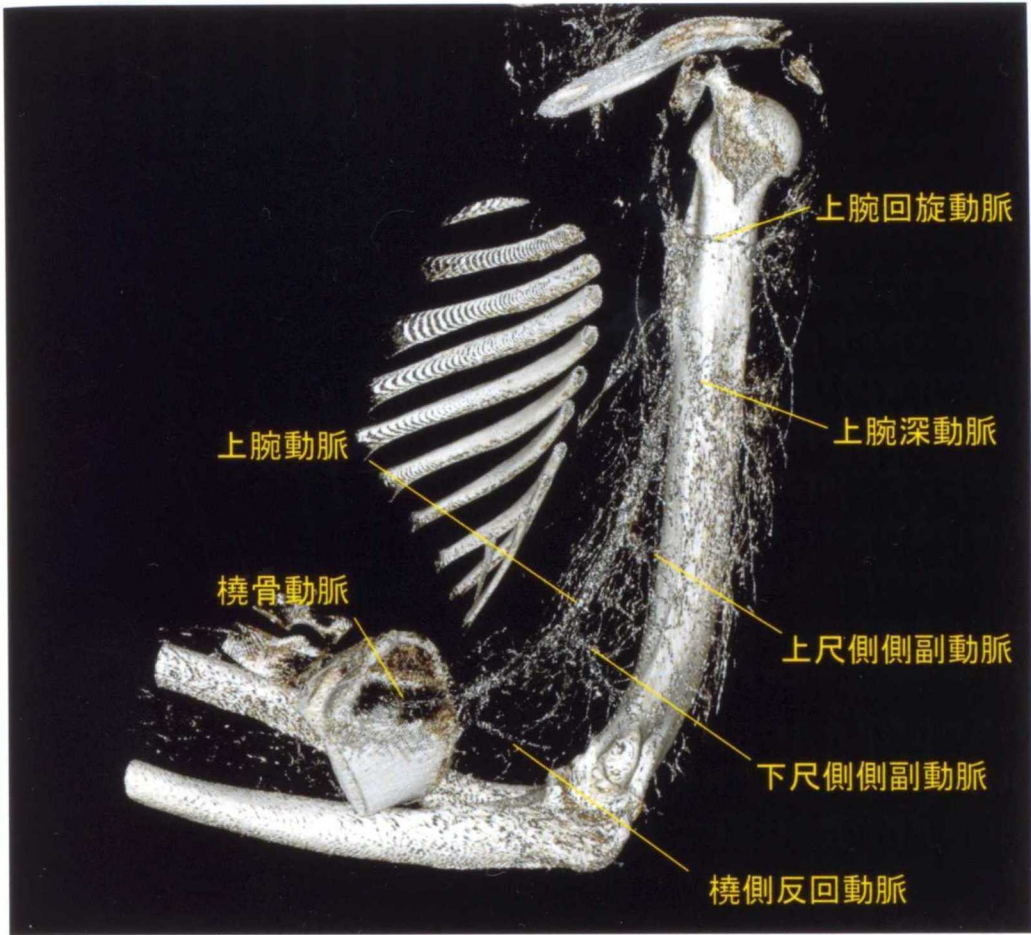


Fig. 9-12 : 右上肢骨格および血管立体構築像 内側面

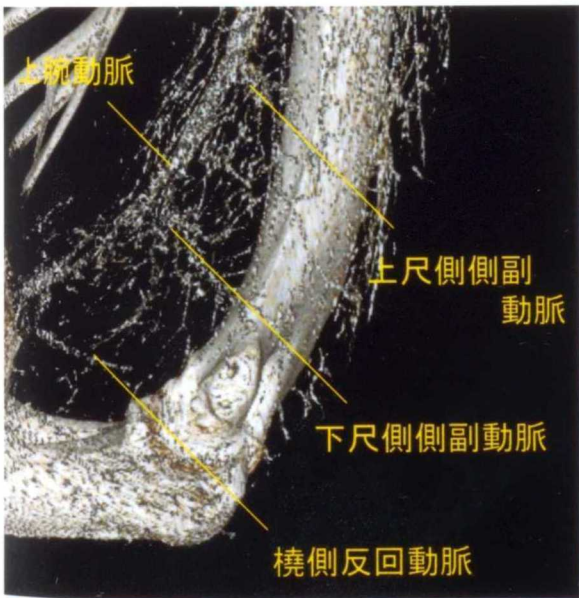


Fig. 9-13 : 右肘関節周囲骨格・血管立体構築像 内側面 Fig. 9-12の拡大

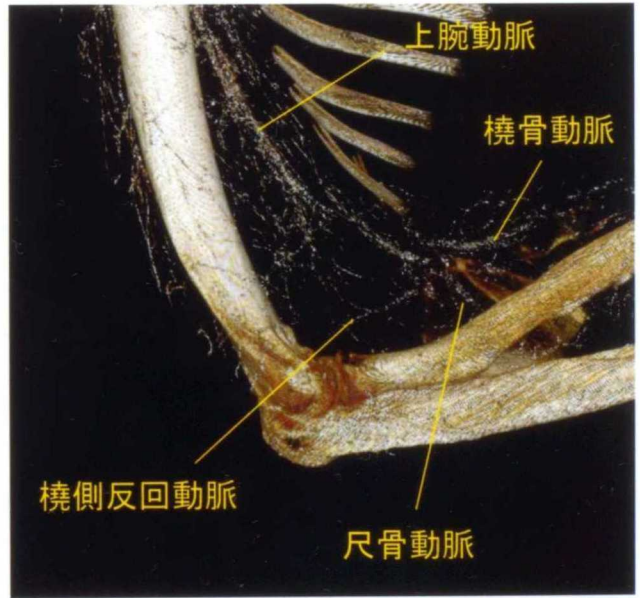


Fig. 9-14 : 右肘関節周囲骨格・血管立体構築像 外側面



Fig. 9-15 : 右手部骨格・血管立体構築像 背側面

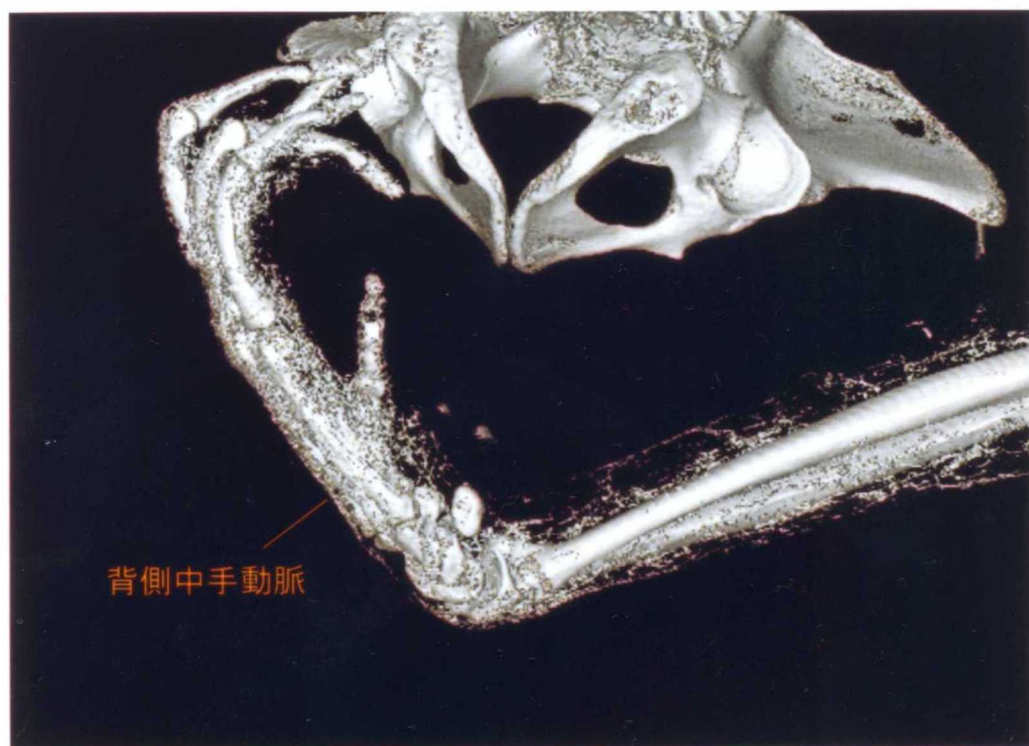


Fig. 9-16 : 右手部骨格・血管立体構築像 外側面

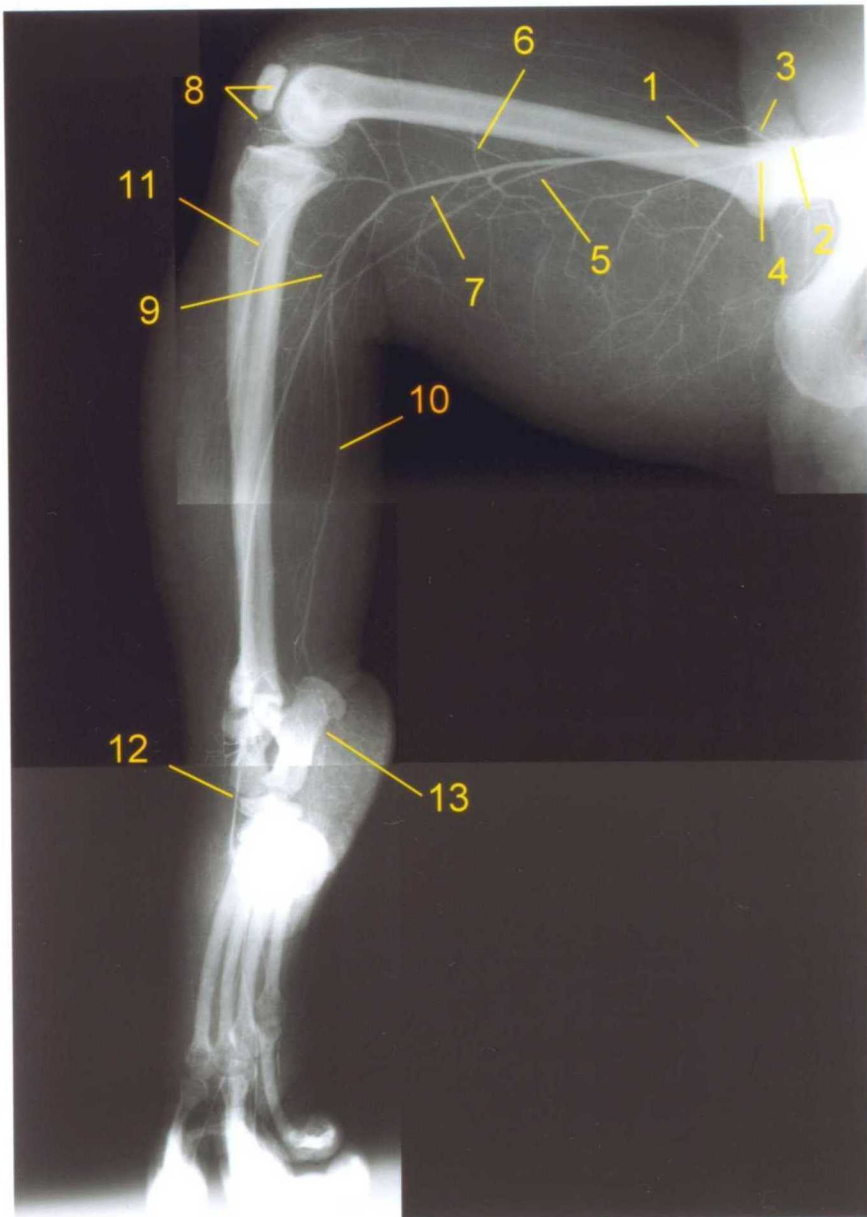


Fig. 9-17 : 右下肢X線写真

- | | |
|-------------|-----------|
| 1. 大腿動脈 | 8. 膝關節動脈網 |
| 2. 大腿深動脈 | 9. 腓骨動脈 |
| 3. 外側大腿回旋動脈 | 10. 後脛骨動脈 |
| 4. 內側大腿回旋動脈 | 11. 前脛骨動脈 |
| 5. 伏在動脈 | 12. 足背動脈 |
| 6. 下行膝動脈 | 13. 足底動脈 |
| 7. 膝窩動脈 | |

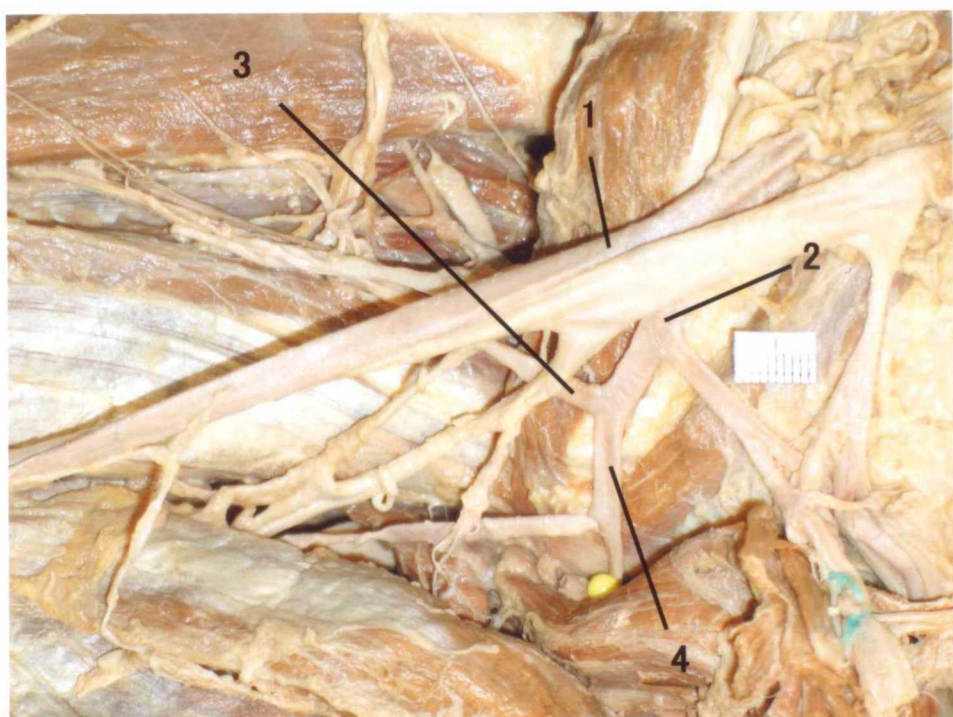


Fig. 9-18 : 右大腿近位部内側面 大腿深動脈の分岐
貫通動脈は認められない。

1. 大腿動脈 2. 大腿深動脈 3. 外側大腿回旋動脈 4. 内側大腿回旋動脈

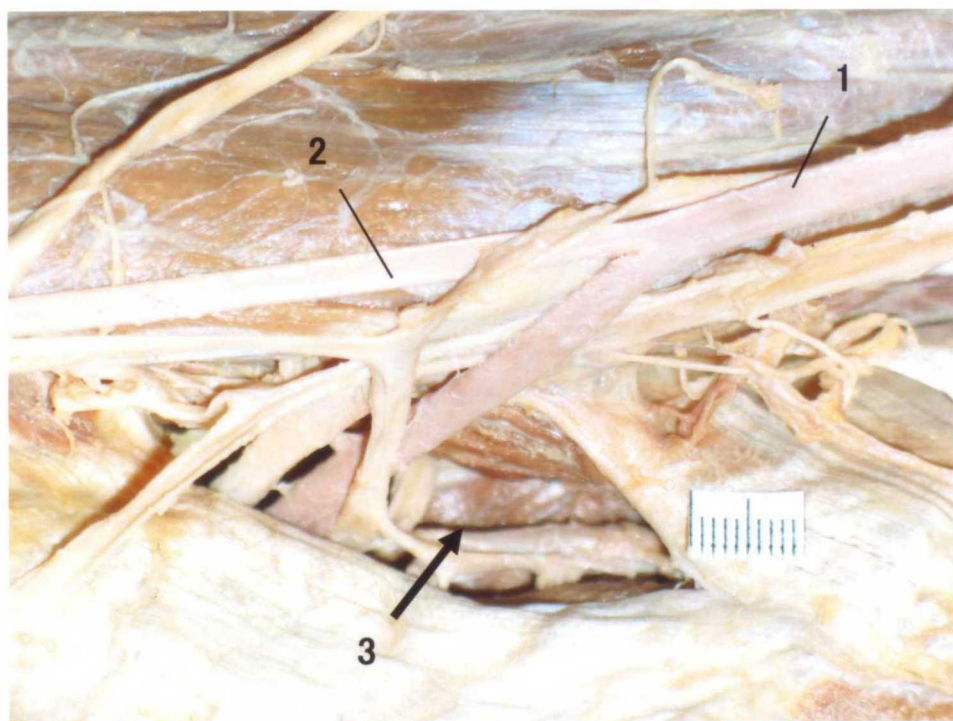


Fig. 9-19 : 右大腿内側面 伏在動脈の分岐

1. 大腿動脈 2. 伏在動脈 3. 内転筋腱裂孔

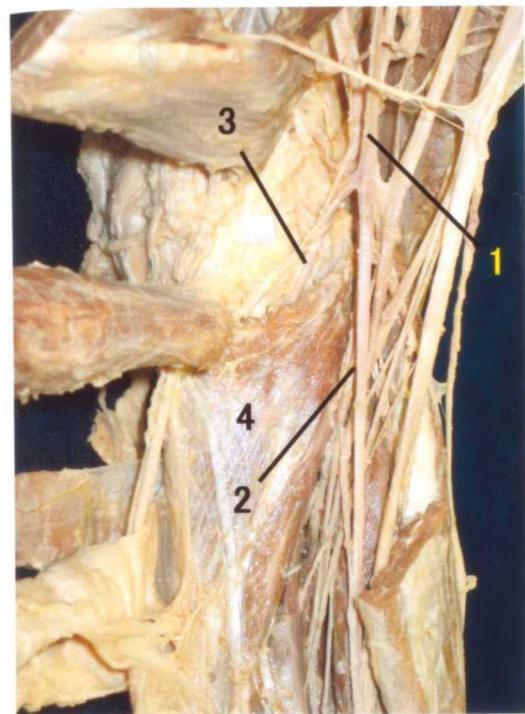


Fig. 9-20 : 右下腿後面
膝窩筋上縁から前脛骨動脈が入り込む。
1. 膝窩動脈 2. 後脛骨動脈
3. 前脛骨動脈 4. 膝窩筋

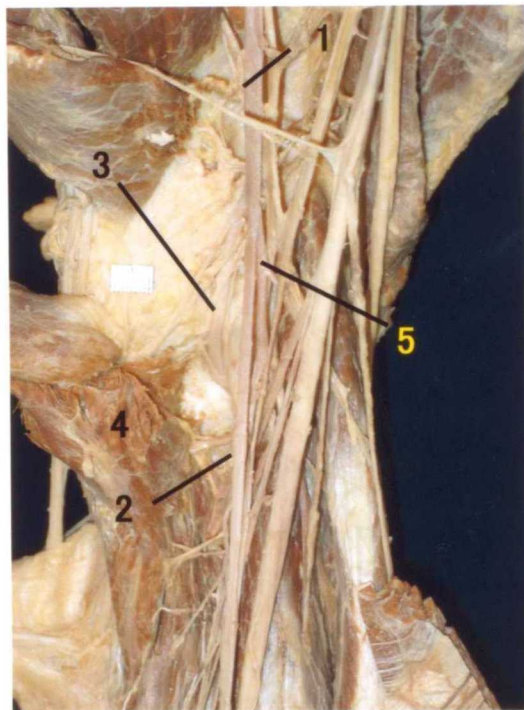


Fig. 9-21 : 右下腿後面 膝窩筋を剥離
前脛骨動脈が骨間膜に入り込む。
1. 膝窩動脈 2. 後脛骨動脈
3. 前脛骨動脈 4. 膝窩筋 5. 腓骨動脈

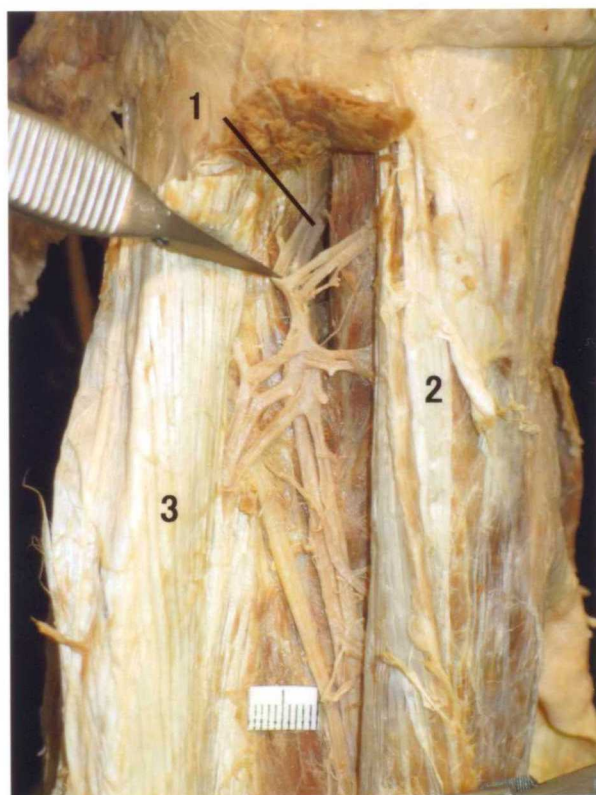


Fig. 9-22 : 右下腿前面 長趾伸筋を切除
前脛骨動脈が骨間膜を貫き前面に出てくる。
1. 前脛骨動脈 2. 前脛骨筋 3. 長腓骨筋

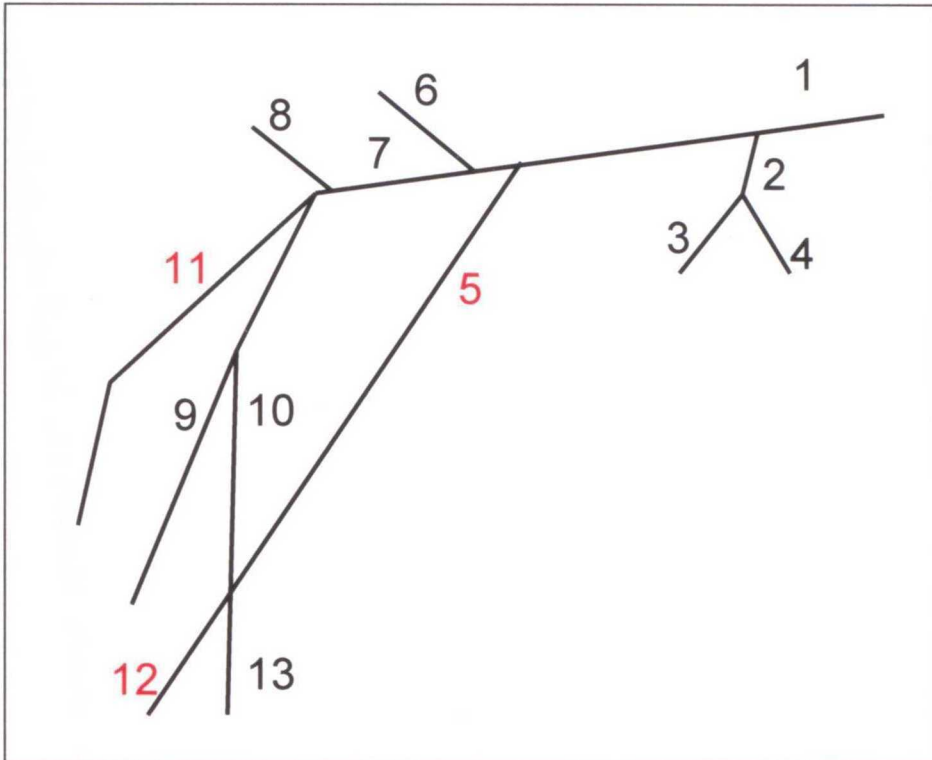


Fig. 9-23 : オランウータン下肢の動脈分岐・模式図

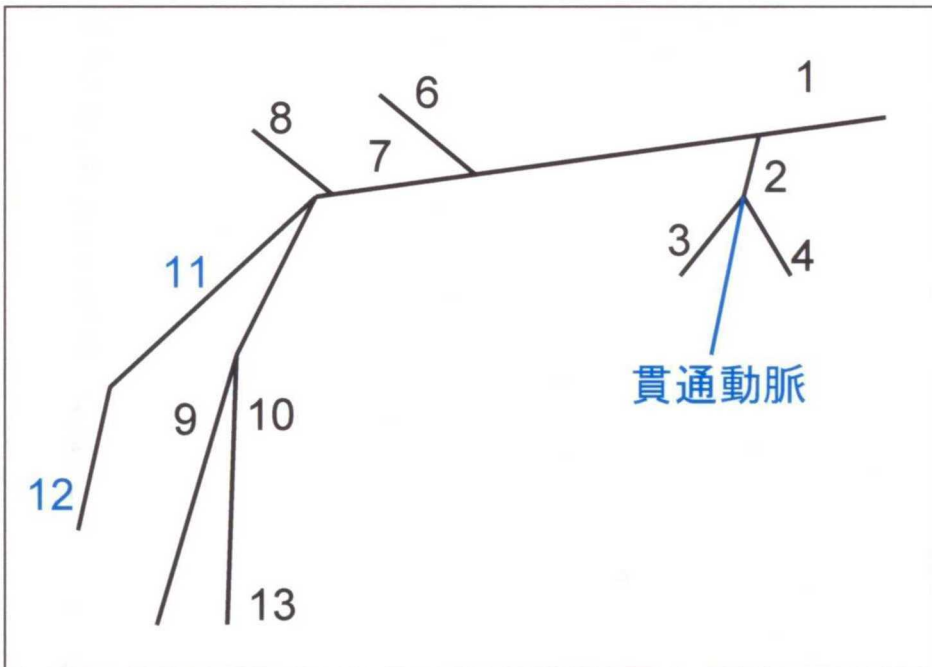


Fig. 9-24 : ヒト下肢の動脈分岐・模式図

- | | |
|-------------|-----------|
| 1. 大腿動脈 | 8. 膝関節動脈網 |
| 2. 大腿深動脈 | 9. 腓骨動脈 |
| 3. 外側大腿回旋動脈 | 10. 後脛骨動脈 |
| 4. 内側大腿回旋動脈 | 11. 前脛骨動脈 |
| 5. 伏在動脈 | 12. 足背動脈 |
| 6. 下行膝動脈 | 13. 足底動脈 |
| 7. 膝窩動脈 | |

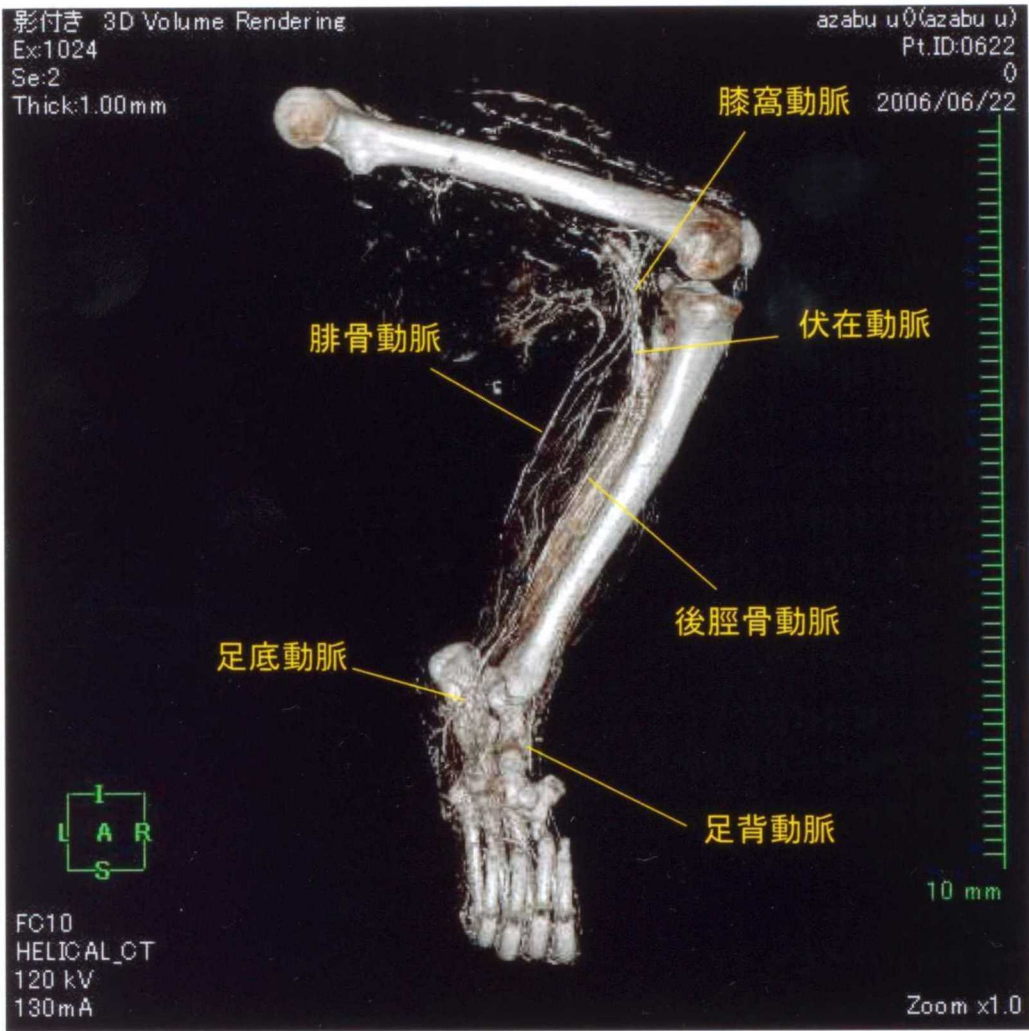


Fig. 9-25 : 左下肢骨格および血管立体構築像 内側面



Fig. 9-26 : 左膝関節周囲骨格・血管立体構築像 内側面 Fig. 9-25の拡大

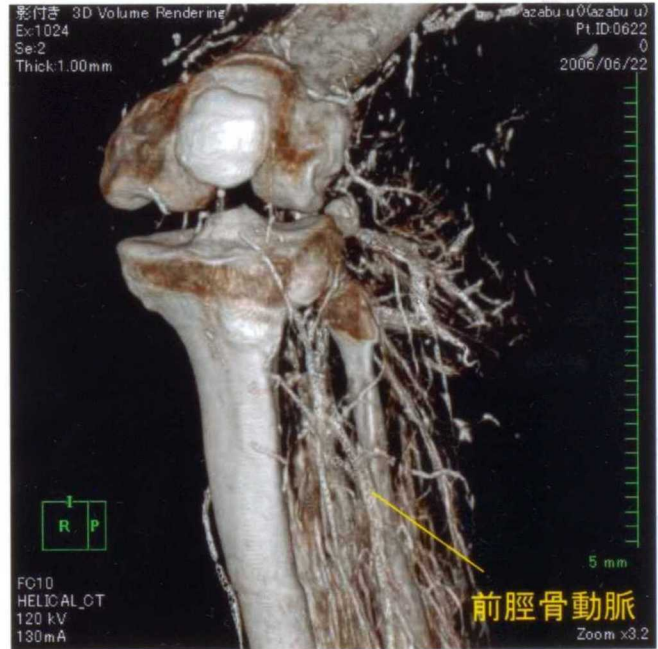


Fig. 9-27 : 左膝関節周囲骨格・血管立体構築像 前面



Fig. 9-28 : 左足部骨格・血管立体構築像
内側面

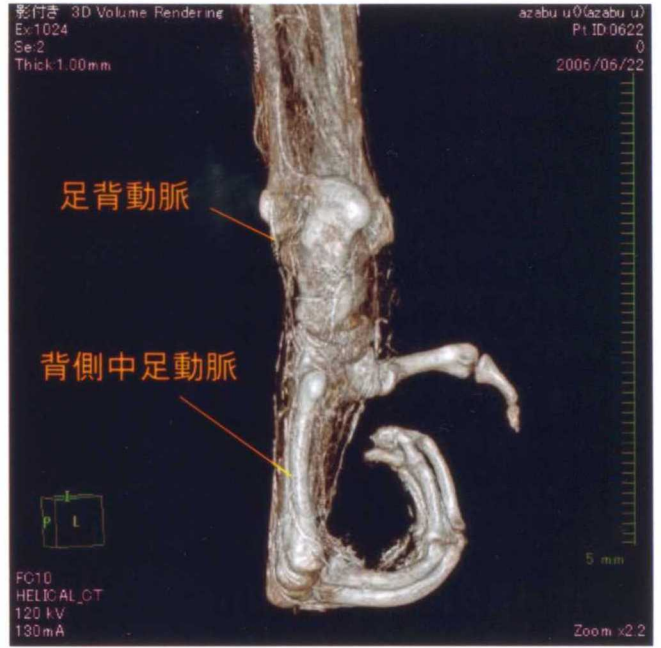


Fig. 9-29 : 左足部骨格・血管立体構築像
後面



Fig. 9-30 : 左足部骨格・血管立体構築像
外側面



Fig. 9-31 : 左足部骨格・血管立体構築像
前面

第十章

副鼻腔の 3 次元画像解析

第一節 緒言

副鼻腔は、鼻腔周囲にある空洞構造物で、鼻腔に通じ、鼻腔と同じ呼吸上皮で覆われている。ヒトには、眼窩直下にある『上顎洞』、眼窩上部にあり、しばしば左右非対称である『前頭洞』、篩骨蜂巢からなり、薄い骨層板で眼窩、前頭蓋窩、鼻腔に接している『篩骨洞』、上壁は下垂体が入るためのトルコ鞍を形成する『蝶形骨洞』があり、それぞれ名を冠した骨に存在する。

ゴリラ、チンパンジー、ヒトの副鼻腔は、篩骨が成長した前頭洞がよく発達し、チンパンジーの場合、上顎洞が口蓋骨まで侵入し、口蓋を二層にわけているといわれている。それに対し、オランウータンの場合、上顎洞が本来の前頭洞の部分にまで広がることがあるとされる (Schwartz, 1989)。しかし、大型類人猿の成熟・老齢個体では、上顎洞と篩骨洞や蝶形骨洞との骨境が吸収され、上顎骨と篩骨、蝶形骨、前頭骨に広がる大きなひとつの副鼻腔を形成する場合もあるとされ、近年では、多少の変異はあるものの、上顎洞の形態自体に種間における差異はほとんどないとされている (西村, 2006)。Endo (2002) は、コンビーム型 CT を用いてメスのオランウータンの頭部を撮影し、非破壊的に観察しているが、鼻甲介の構造と上顎洞が側方に広がっていることを断面で示したのみである。

一般に、副鼻腔は、吸気を前もって温めるのに役立っているとされているが、その他にも、頭蓋骨を軽くする役割や、顔面に外力が加わった際、脳にその力が直接伝わらないようにする役割、また、声を大きく響かせる共鳴腔としての役割があるとされる。また、嗅覚機能との関連も示唆される。しかし、実際のところ、これらはすべて仮説であり、副鼻腔の機能はいまだによくわかっていない。

そこで、コンピューター断層画像法 (CT) を用いてオスのオランウータンの頭部を撮影し、肉眼解剖学的手法では精査が困難な副鼻腔を非破壊的に観察し、さらにこれを立体再構築することにより 3 次元的に解析することを試みた。

第二節 材料と方法

本章では、オスのオランウータン1頭を用いた。コンピューター断層画像法を用いて撮影し、得られた画像から鼻腔、副鼻腔および頭蓋骨を抽出し、これを立体再構築することにより3次的に解析した。

CT撮影条件は以下の通りである。

120kv 130mA 1sec (130mAs)

撮影スライス厚：1mm×4列

ヘリカルピッチ：3.5

関数：FC10（軟部組織）、FC30（骨）

第三節 結果

オランウータンの鼻腔は、上部が狭く、下部が広く、鼻中隔によって左右対称の2室に分けられ、ヒトによく似た構造をしていた [Figs. 10-7~11, 18]。また、鼻腔の外側壁には、内側へ複雑に突出した上・中・下鼻甲介が認められ、上・中・下鼻道を形成していた [Figs. 10-7~11]。上鼻道の鼻腔の最上部には、嗅神経と連絡していると思われる部位も認められた [Fig. 10-10]。

副鼻腔については、眼窩底と歯槽骨に挟まれ上顎骨全体に非常に大きく広がった上顎洞 [Figs. 10-1~10, 13~17]、眼窩間に位置する小さな前頭洞 [Figs. 10-1~6, 9, 10]、蝶形骨洞の前方に位置する篩骨洞 [Figs. 10-4, 11]、外側方向へ広がった蝶形骨洞 [Figs. 10-2~6, 11, 12, 14~18] が認められた。しかし、今回の検体において、前頭洞は眼窩間にわずかに認められたのみで、ヒトとは領域、形態ともに大きく異なっていた。また、蝶形骨洞の中隔は、後方へ向かうに従い正中から左側方向へと移動していたが [Figs. 10-11, 12]、基本的にすべての洞において、左右対称の広がり方が認められた [Figs. 10-3, 4]。上顎洞については、オランウータンの上顎骨は、ヒトに比べて前方に突出したような形態であるため、上顎洞の前端が鼻腔前端よりも前方に位置していた。今回の検体において、上顎洞が口蓋骨まで侵入している様子は認められなかった。

また、眼窩下縁内側から下降し、下鼻道へ開口する鼻涙管が認められた [Figs. 10-7, 17]。

さらに、副鼻腔とは別に、項稜を形成している骨の内部に無数の骨洞が認められた [Figs. 10-19, 20]。

第四節 考察

今回の検体は、若齢でも老齢でもなく、ちょうど性成熟に至った時期（18歳）のオスのオランウータンであり、若齢のために副鼻腔がまだ成長過程にあることや、老齢であるため各洞の骨境が吸収されているといったことは考えにくく、個体差の問題を除けば、オスのオランウータンの基本的な副鼻腔の形態を立体構築することができたと考えられる。

結果でも述べたように、今回の検体において、前頭洞は眼窩間にわずかに認められたのみで、ヒトとは領域、形態ともに大きく異なっていた。これは、Schwartz (1989) の記載した図とも大きく異なっている。Schwartz (1989) は、オランウータンの場合、上顎洞が本来の前頭洞の部分にまで広がることがあるとしているが、これが、骨境が吸収されたことによって起こった加齢変化であったとしても、本来の前頭洞が本来の位置に存在したことになる。したがって、前頭洞の形態に関しては、個体数を増やし、更なる研究が必要である。立体構築を目的とした CT 撮影は、撮影枚数も多く、利用可能な CT も限られていることから、容易に行うことはできない。しかし、今回の研究で、基本的なデータが得られたことから、撮影範囲を限定することが可能となり、また、副鼻腔の解析であれば、骨標本を用いることも可能であるため、比較的容易に行うことができると思われる。

また、今回の検体では、副鼻腔とは別に、項稜を形成している骨の内部に無数の骨洞が認められた。メスの頭蓋骨では、項稜はほとんど発達しておらず、このような骨洞も認められない (Endo, 2002)。項稜は、オスにおいて、頭蓋後面にひさしのように大きく張り出すことで、強大な筋や靭帯を付着させる広い面を形成している。この項稜に認められた骨洞は、重い頭蓋骨を軽くするために存在し、共鳴腔としてロングコールの声を大きく響かせる際に役立っていると考えられた。

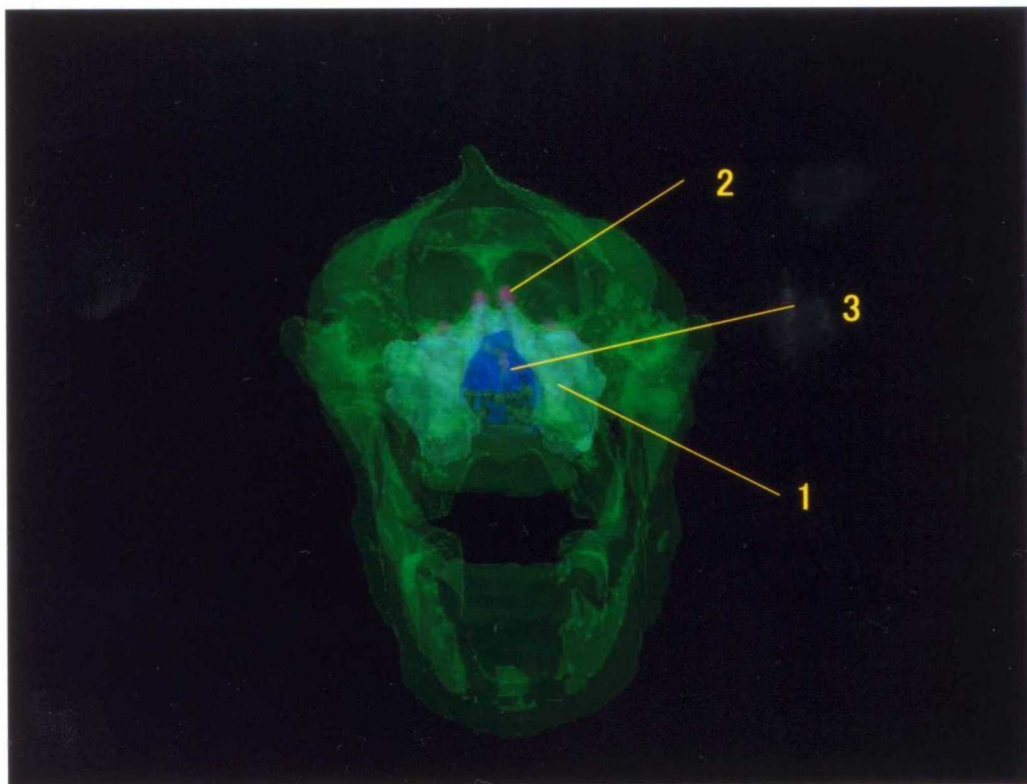


Fig. 10-1 : 頭蓋骨および鼻腔・副鼻腔 立体構築像前面
 1. 上顎洞 2. 前頭洞 3. 鼻腔

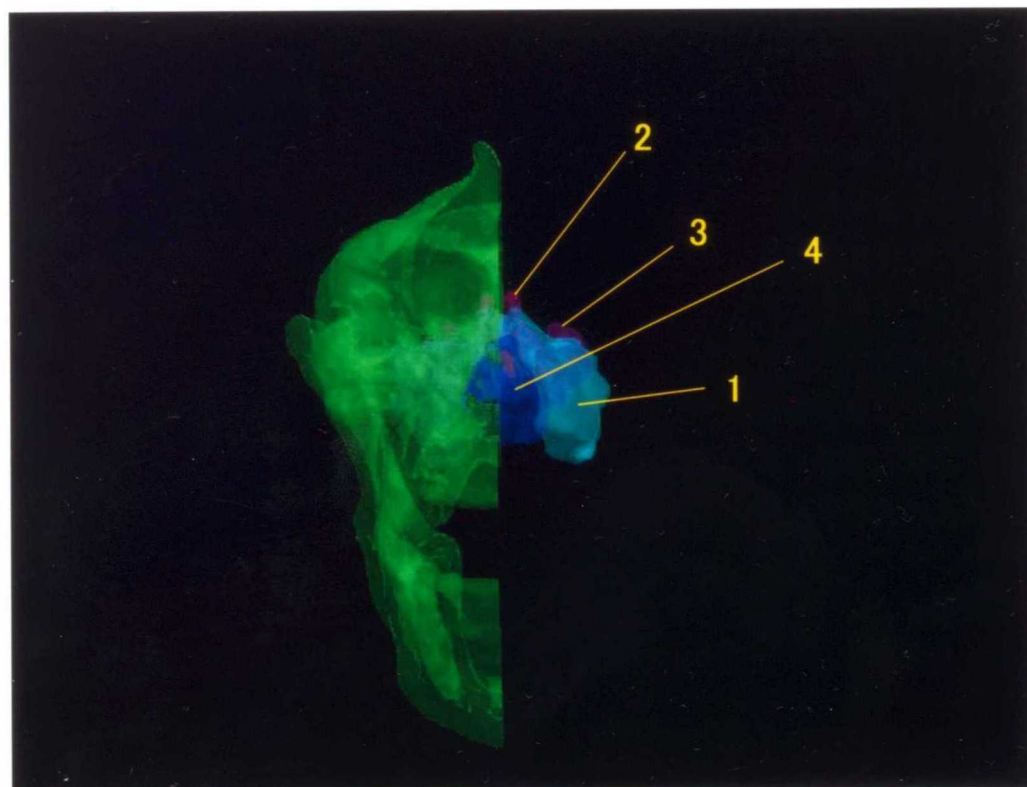


Fig. 10-2 : 頭蓋骨および鼻腔・副鼻腔 立体構築像前面
 Fig. 10-1から正中より左側頭蓋骨を除去
 1. 上顎洞 2. 前頭洞 3. 蝶形骨洞 4. 鼻腔

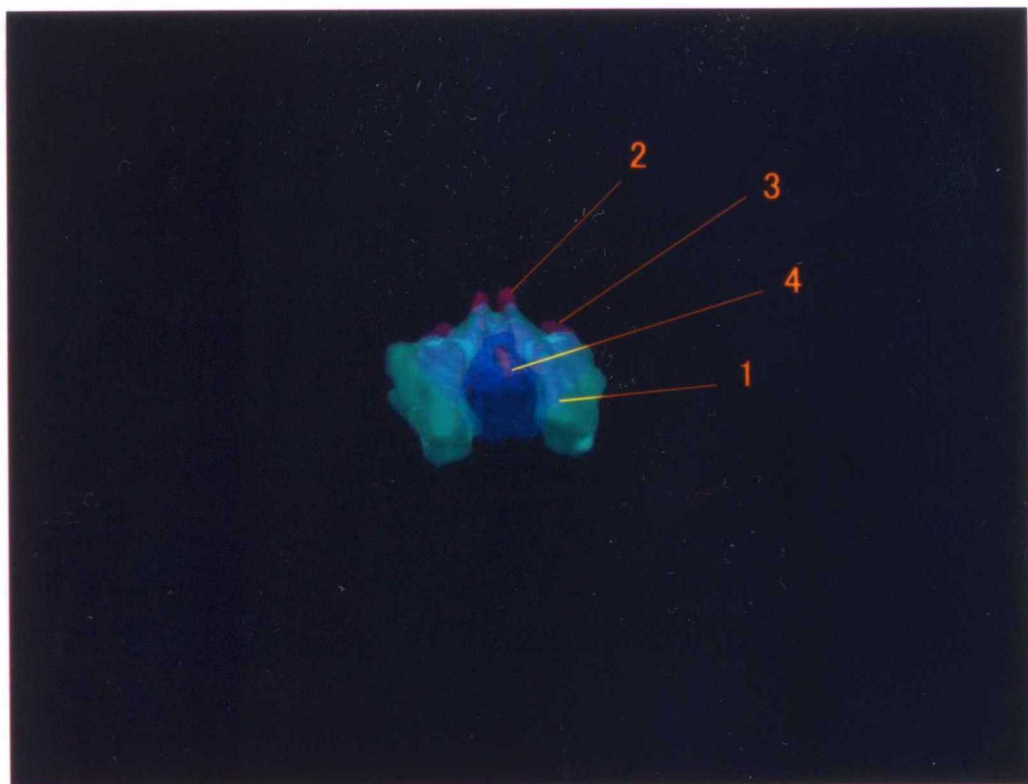


Fig. 10-3 : 頭蓋骨および鼻腔・副鼻腔 立体構築像前面
 Fig. 10-2から頭蓋骨を除去
 1. 上顎洞 2. 前頭洞 3. 蝶形骨洞 4. 鼻腔

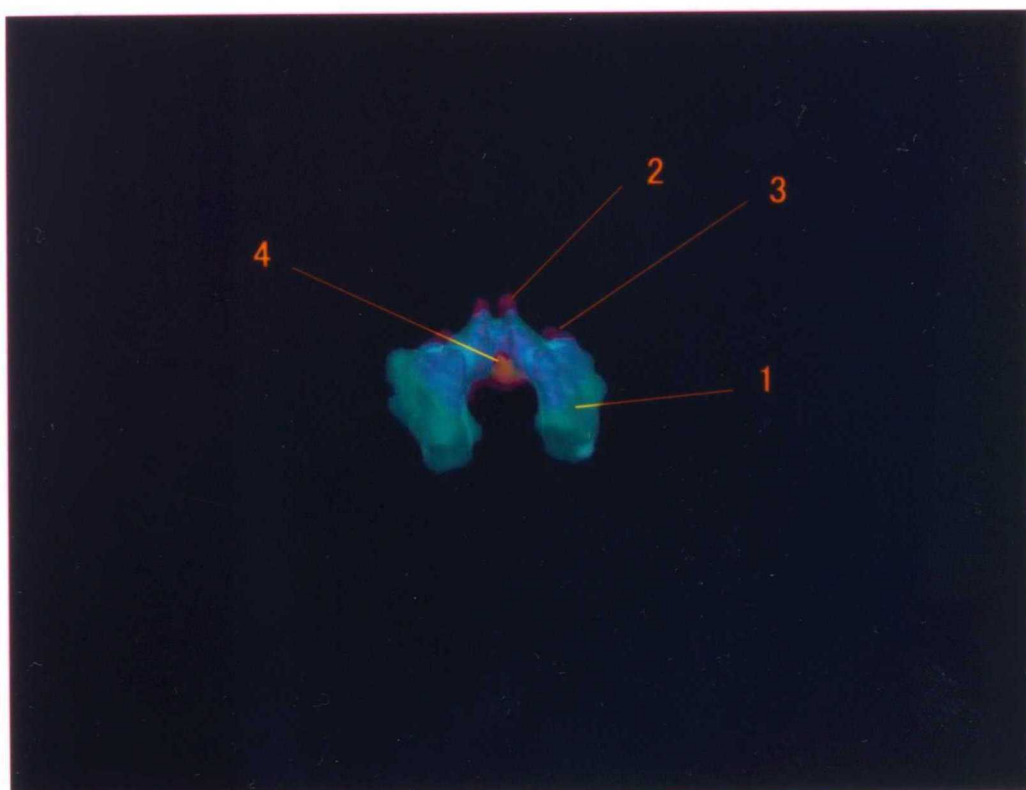


Fig. 10-4 : 頭蓋骨および鼻腔・副鼻腔 立体構築像前面
 Fig. 10-3から鼻腔を除去
 1. 上顎洞 2. 前頭洞 3. 蝶形骨洞 4. 篩骨洞

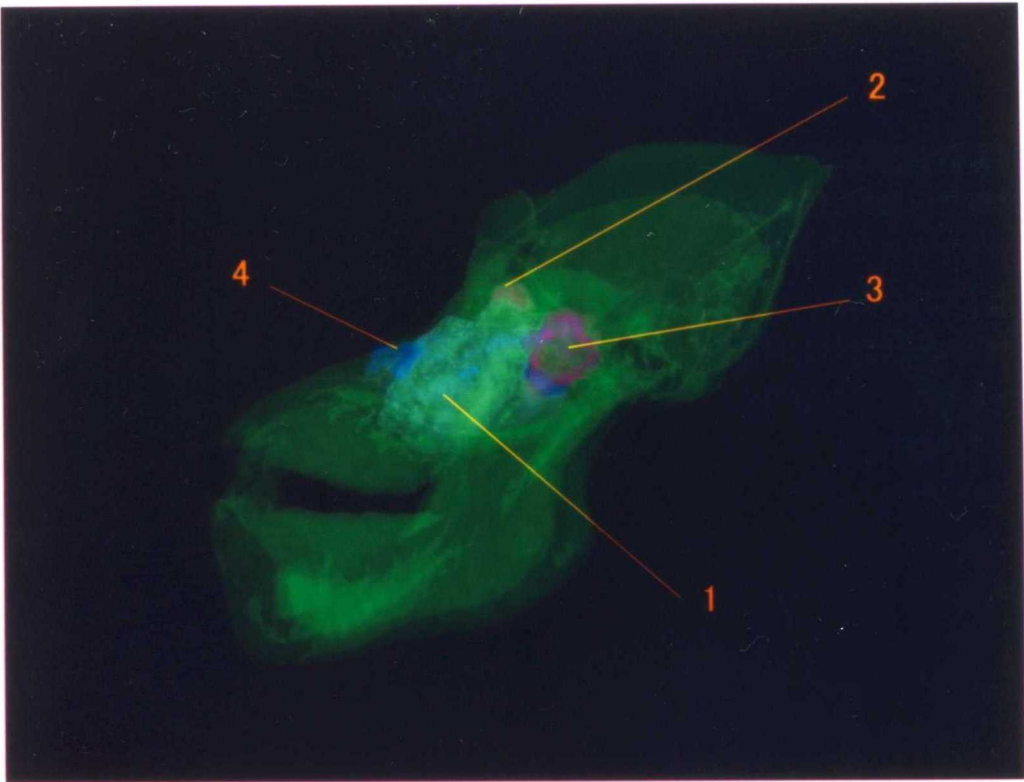


Fig. 10-5 : 頭蓋骨および鼻腔・副鼻腔 立体構築像左側面
 1. 上顎洞 2. 前頭洞 3. 蝶形骨洞 4. 鼻腔

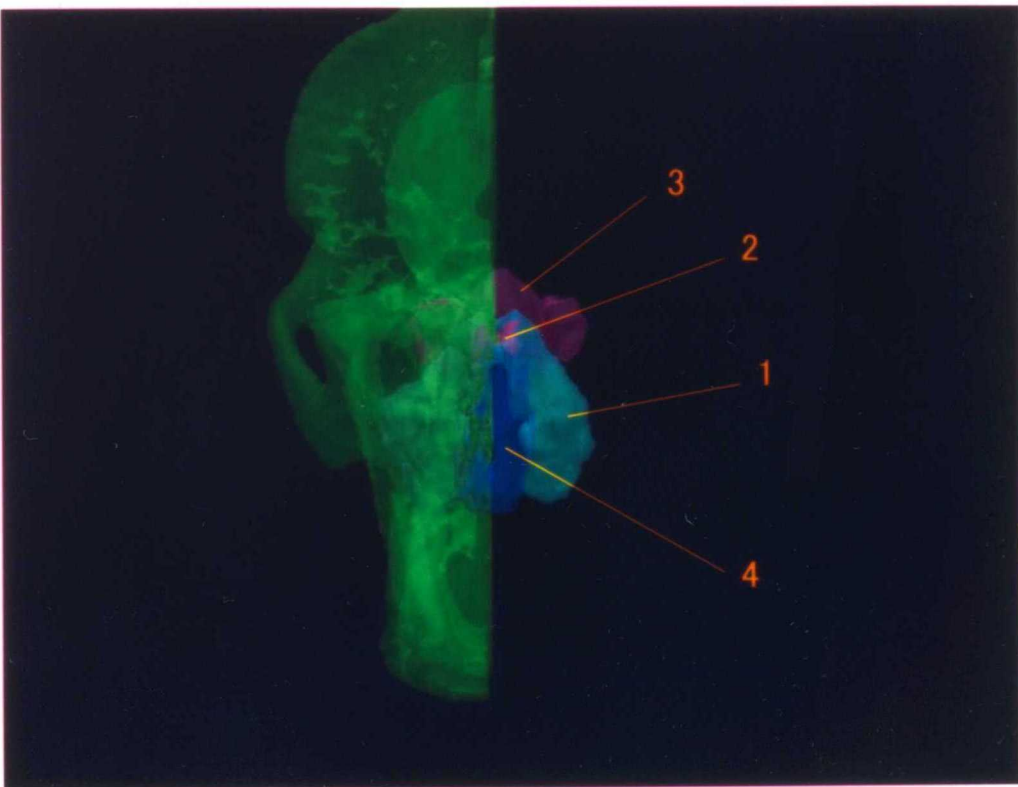


Fig. 10-6 : 頭蓋骨および鼻腔・副鼻腔 立体構築像上面
 正中より左側頭蓋骨を除去
 1. 上顎洞 2. 前頭洞 3. 蝶形骨洞 4. 鼻腔

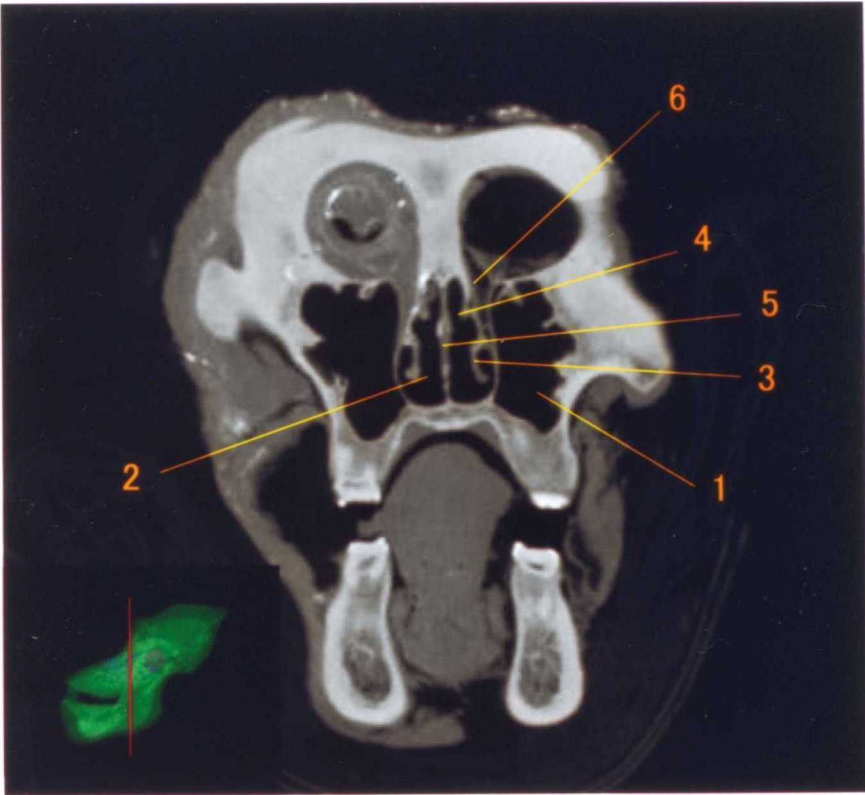


Fig. 10-7 : 頭部CT像 前頭面
 1. 上顎洞 2. 鼻道 3. 下鼻甲介 4. 中鼻甲介 5. 鼻中隔 6. 鼻淚管

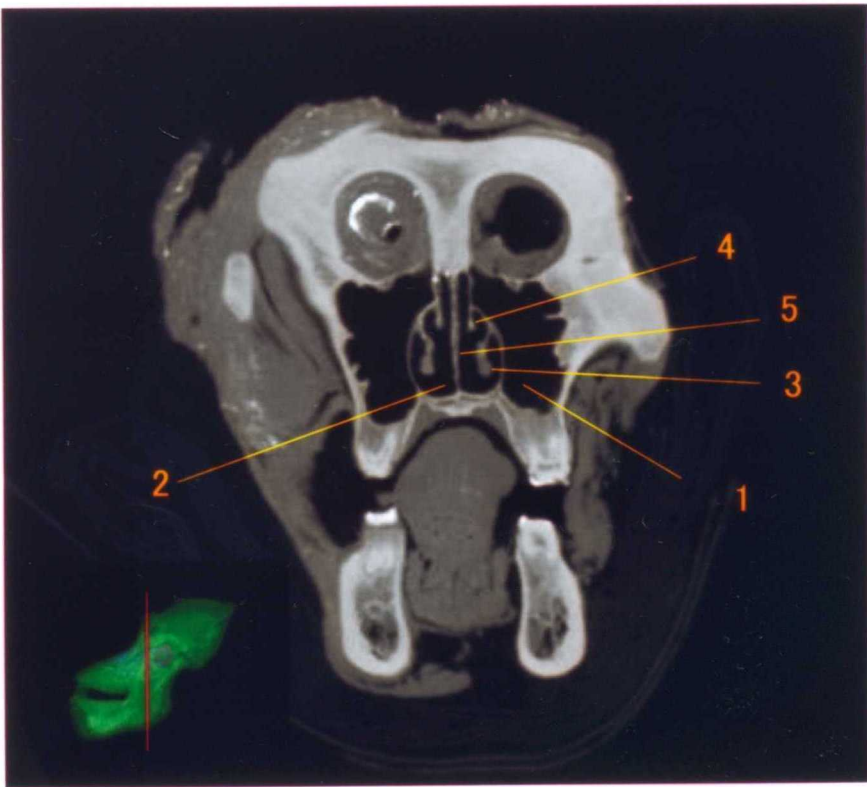


Fig. 10-8 : 頭部CT像 前頭面
 1. 上顎洞 2. 鼻道 3. 下鼻甲介 4. 中鼻甲介 5. 鼻中隔

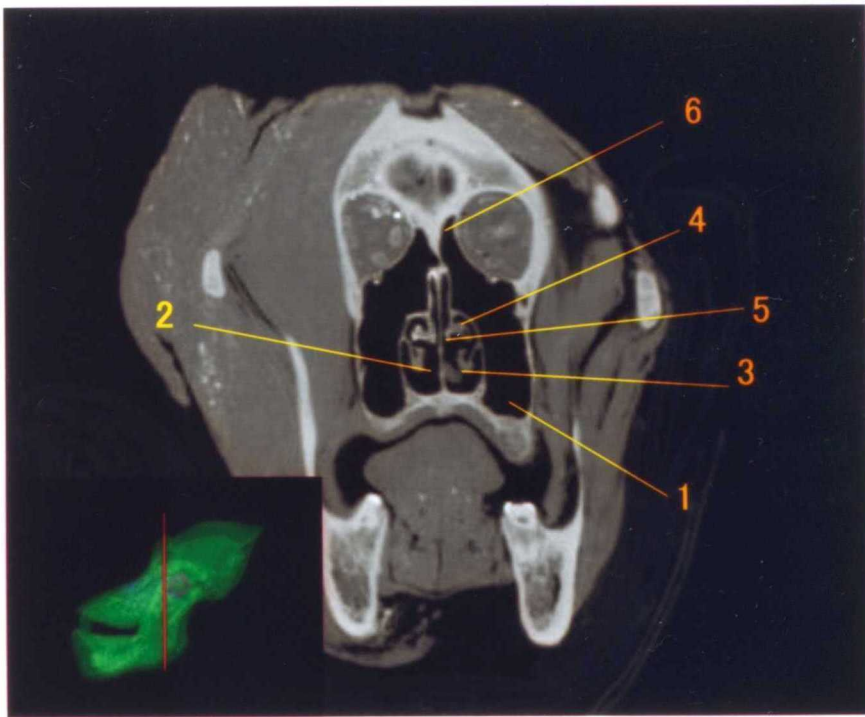


Fig. 10-9 : 頭部CT像 前頭面

1. 上顎洞 2. 鼻道 3. 下鼻甲介 4. 中鼻甲介 5. 鼻中隔 6. 前頭洞

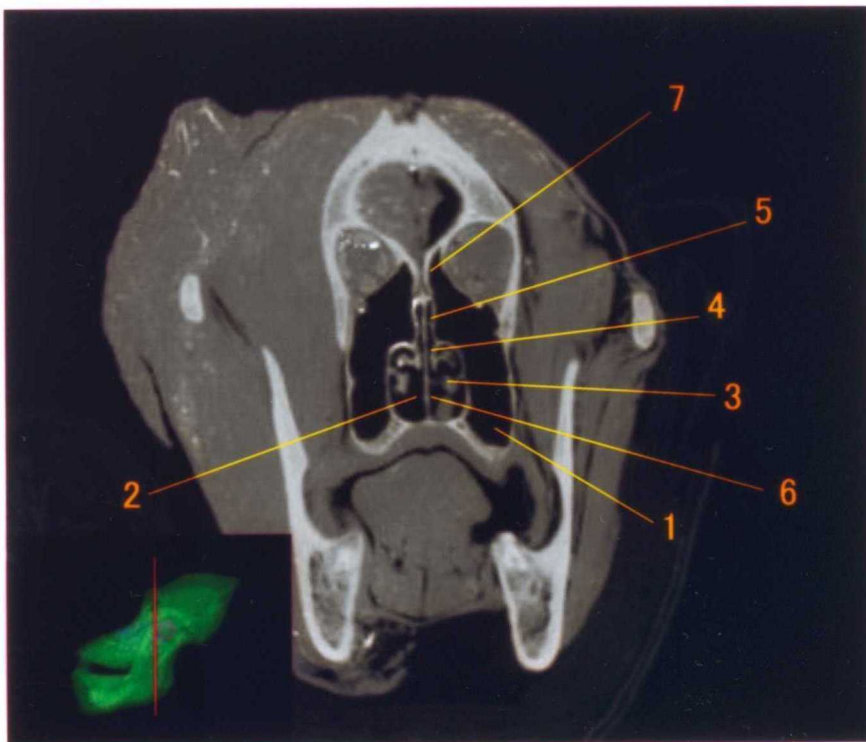


Fig. 10-10 : 頭部CT像 前頭面

1. 上顎洞 2. 鼻道 3. 下鼻甲介 4. 中鼻甲介 5. 上鼻甲介
6. 鼻中隔 7. 前頭洞

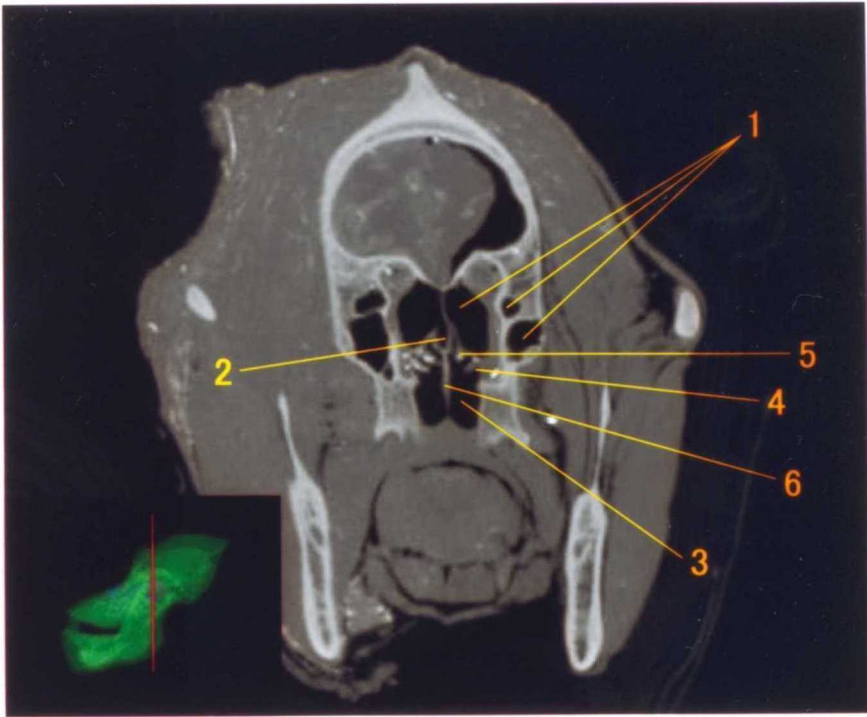


Fig. 10-11 : 頭部CT像 前頭面
 1. 蝶形骨洞 2. 篩骨洞 3. 鼻道 4. 中鼻甲介 5. 上鼻甲介
 6. 鼻中隔

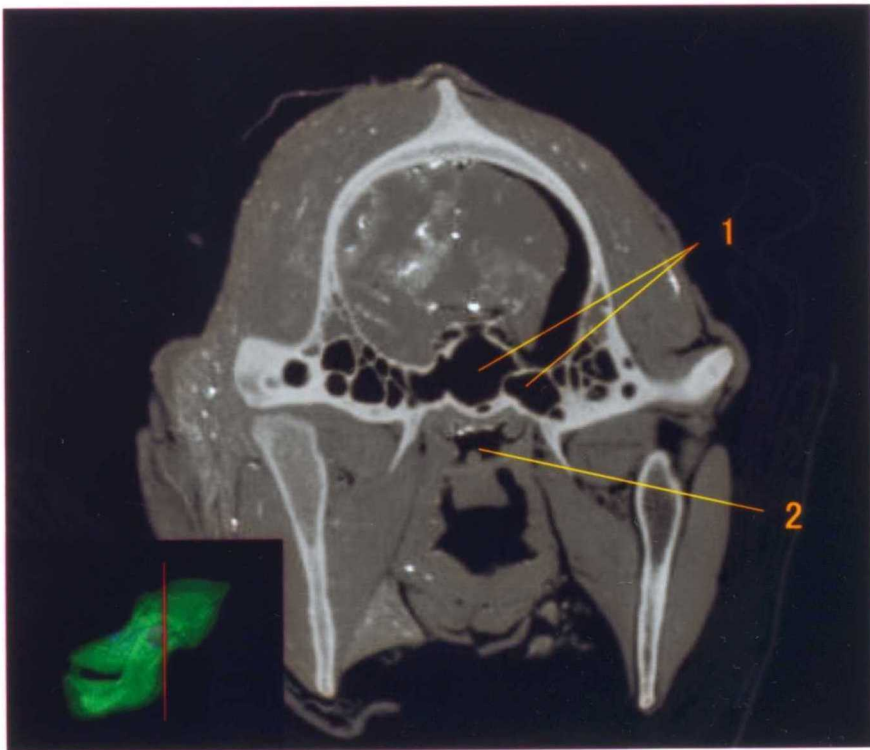


Fig. 10-12 : 頭部CT像 前頭面
 1. 蝶形骨洞 2. 鼻道

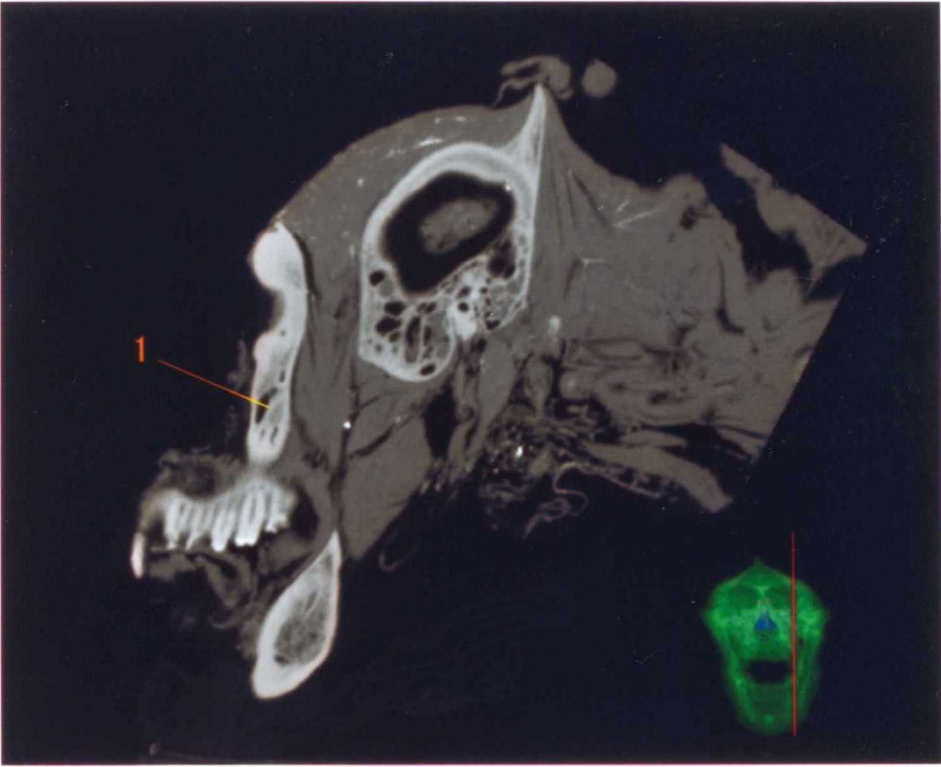


Fig. 10-13 : 頭部CT像 矢状面
1. 上顎洞

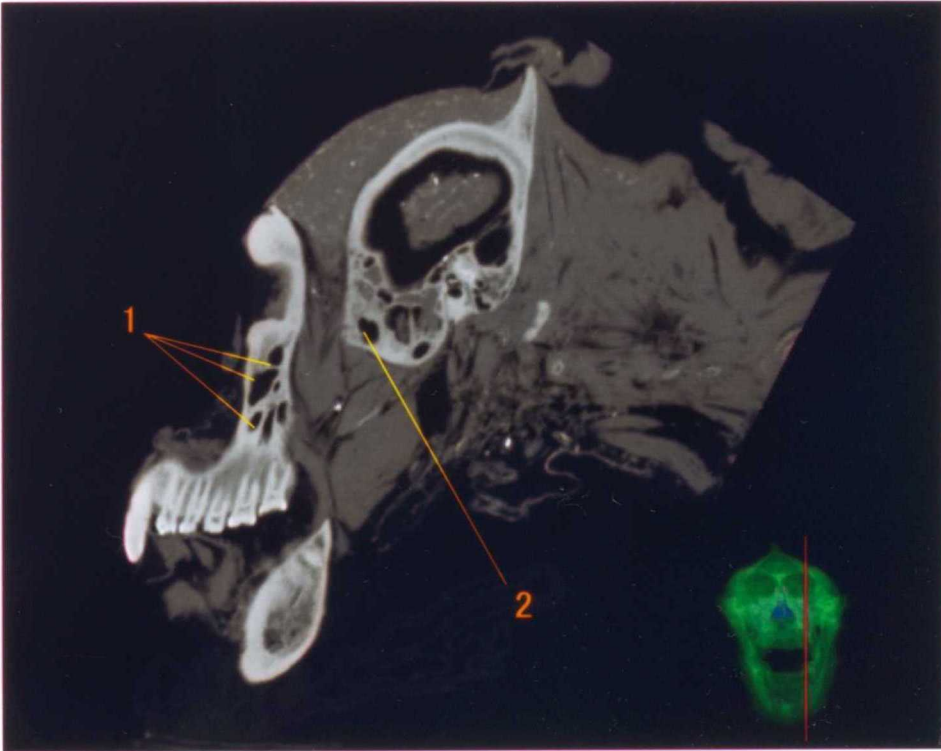


Fig. 10-14 : 頭部CT像 矢状面
1. 上顎洞 2. 蝶形骨洞

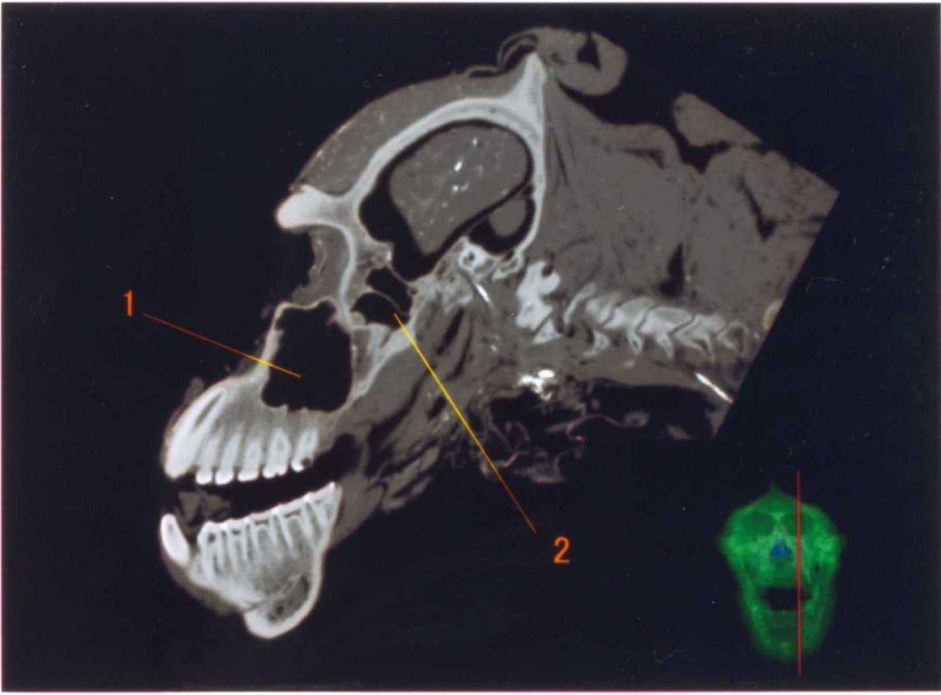


Fig. 10-15 : 頭部CT像 矢状面
1. 上顎洞 2. 蝶形骨洞

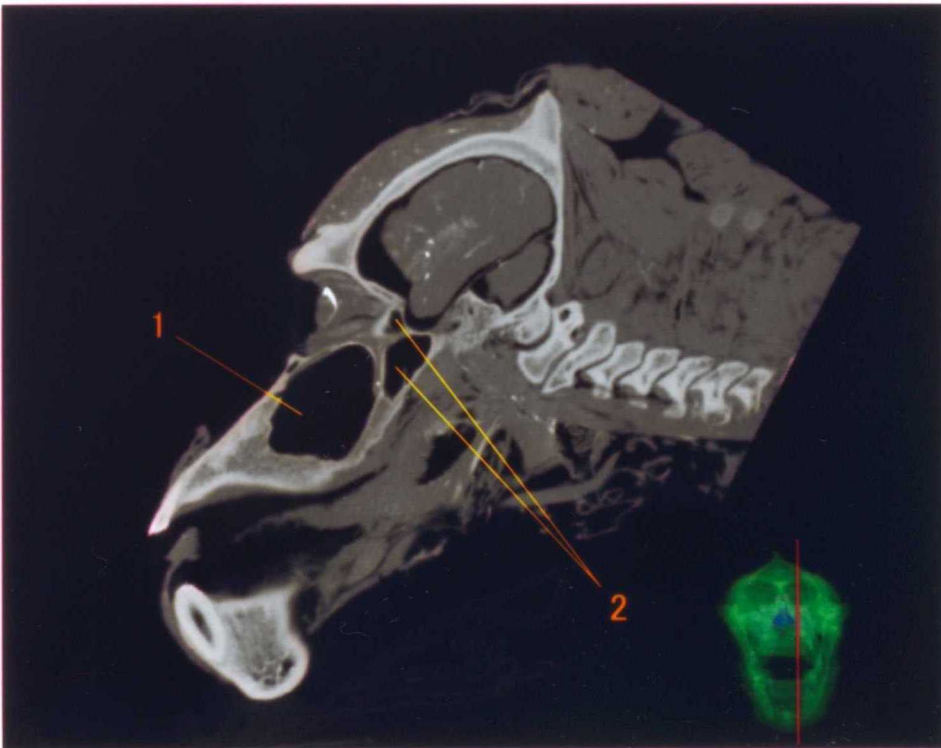


Fig. 10-16 : 頭部CT像 矢状面
1. 上顎洞 2. 蝶形骨洞

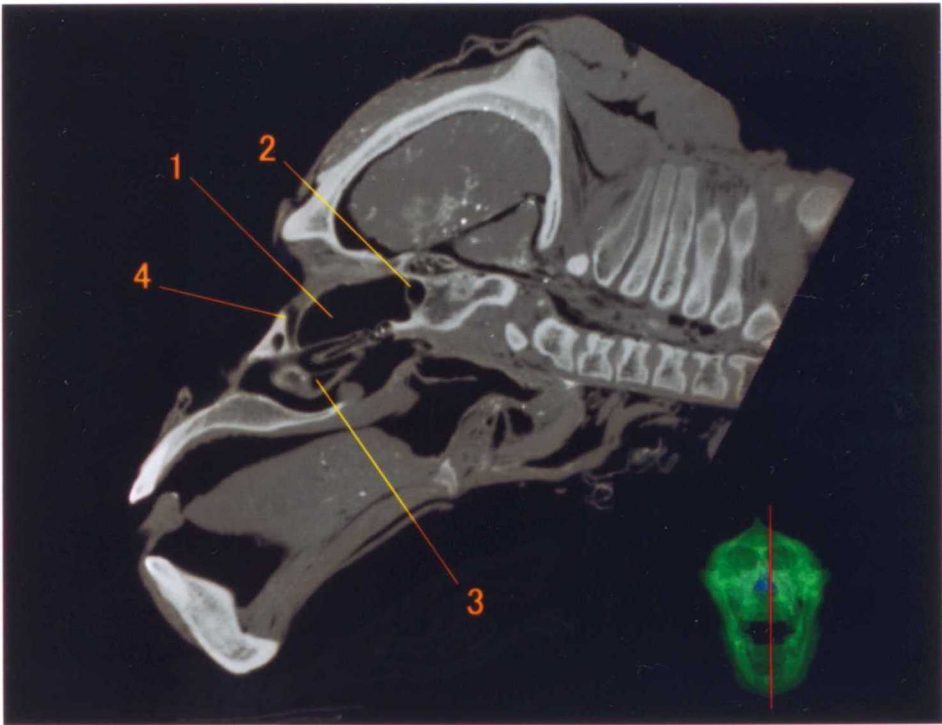


Fig. 10-17 : 頭部CT像 矢状面
1. 上顎洞 2. 蝶形骨洞 3. 鼻道 4. 鼻淚管

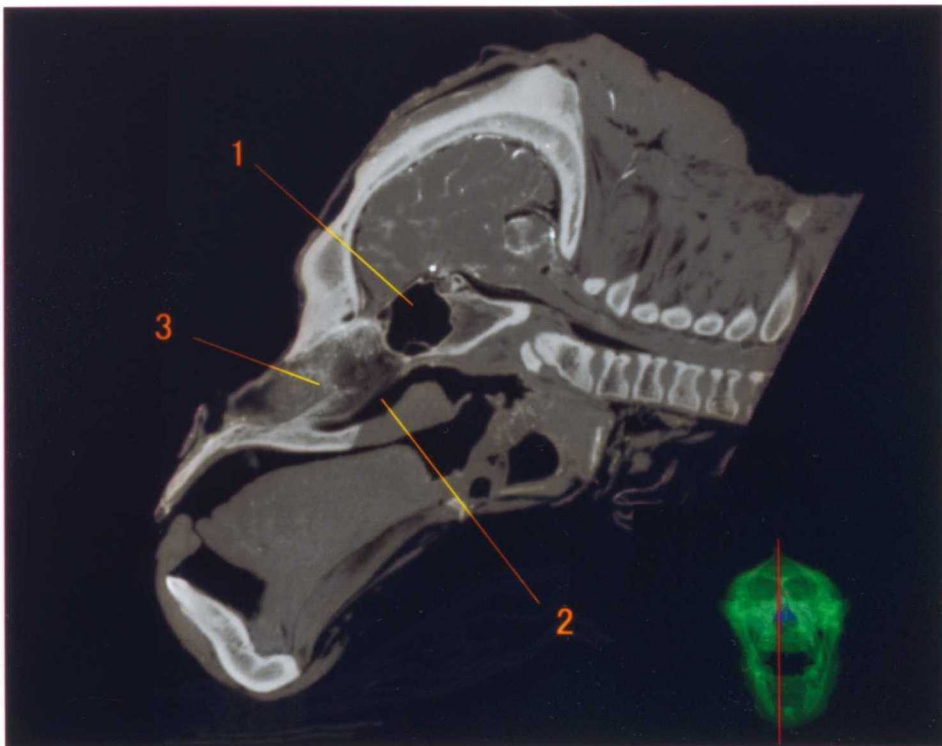


Fig. 10-18 : 頭部CT像 矢状面
1. 蝶形骨洞 2. 鼻道 3. 鼻中隔

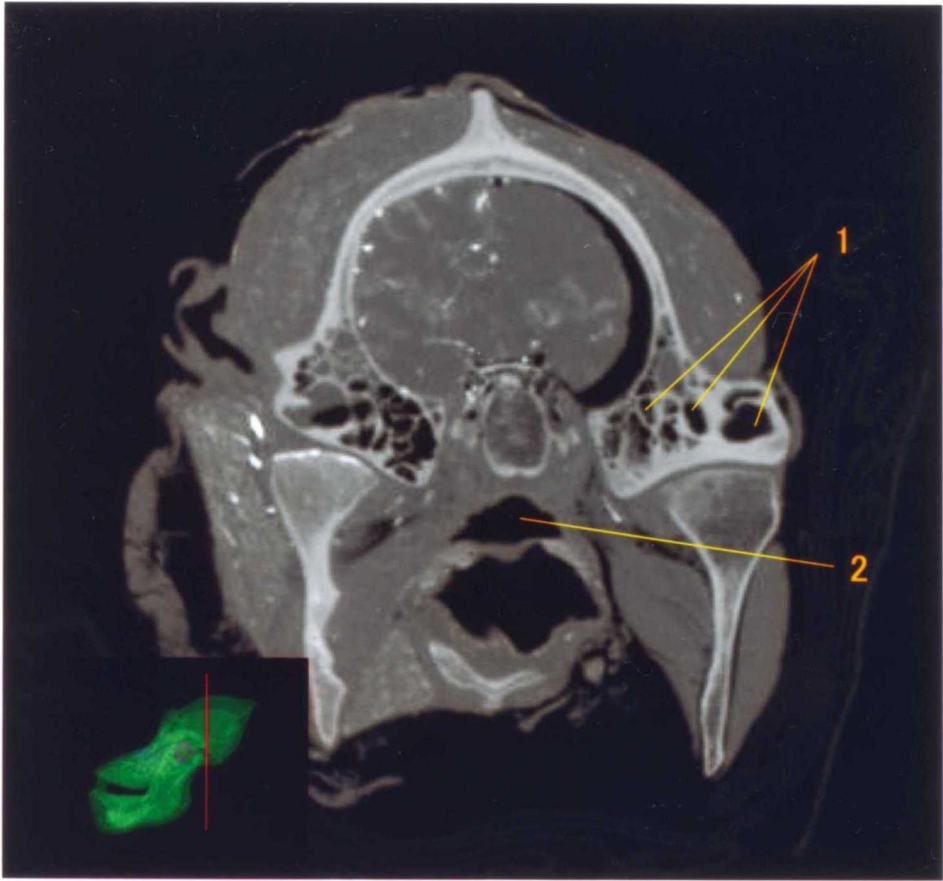


Fig. 10-19 : 頭部CT像 前頭面
1. 項稜に無数みられた骨洞 2. 鼻道

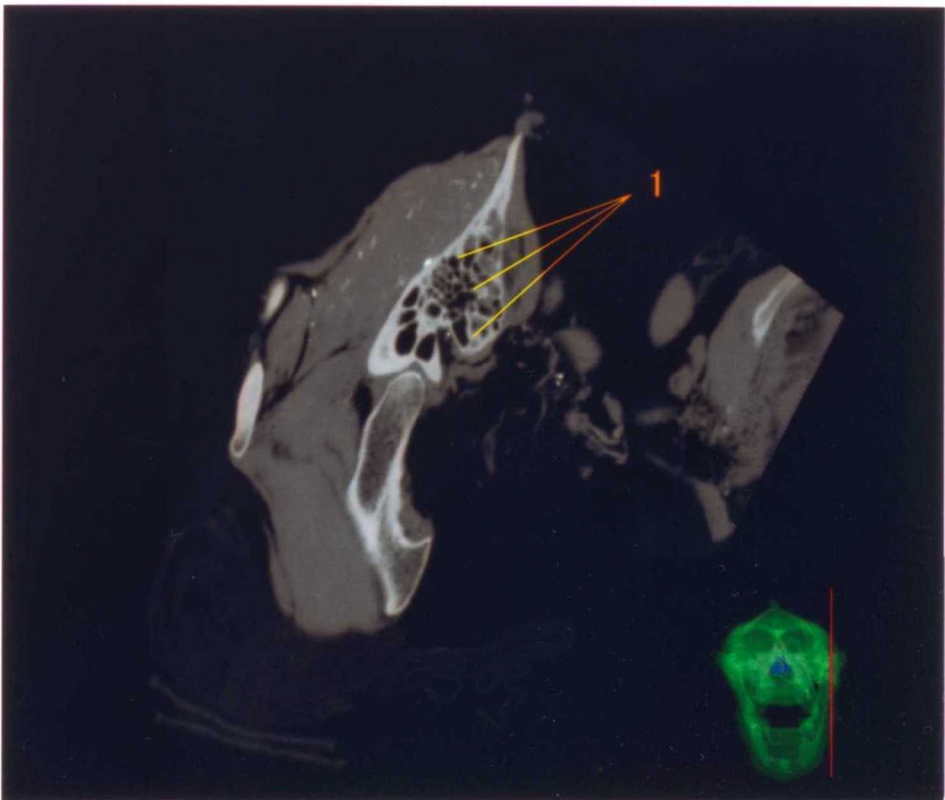


Fig. 10-20 : 頭部CT像 矢状面
1. 項稜に無数みられた骨洞

第十一章

総括

本研究では、以下のようなオランウータンの形態学的特徴が明らかとなった。

まず、頭部において、硬い食物を引き裂く、あるいは噛み砕くのに適した強大な顎をもち、咬筋、側頭筋といった咀嚼筋や口裂周辺の表情筋が非常に発達していることがわかった。この口裂周辺の表情筋の発達は、オランウータンが、唇を突き出し、まるでヒトの手のように口を使って巧みに物を操ることを可能としていた。また、結合組織および脂肪からなるフランジの下に広頸筋が入り込み、フランジそのものには、筋系組織や神経の分布等といった、動かすことを可能にする構造は認められないが、その下に存在する表情筋や広頸筋を動かすことで、フランジを動かすことが可能であることが明らかとなった。

また、喉頭室の外側壁から左右に起こる喉頭嚢は、下顎・頸部・胸部・腋窩部・背側部へと広範囲に広がり、各々の嚢は複雑に分岐し、筋、骨格ならびにこれらを支配する脈管、神経系を包含する鞘のような形態を示していた。この大きく広がる喉頭嚢は、ブラキエーション（腕渡り）の際に軟部組織にかかる負荷を和らげるクッションとしての役割や呼気流を緩衝させることで粘膜などを守る装置としての役割をもち、大きな声の生成よりもロコモーションや樹上生活との関係が深いことが示唆された。

頸部においては、オランウータン、チンパンジーには共に環椎鎖骨筋が認められ、各種霊長類の環椎、肩甲骨、鎖骨周辺筋の有無をパターンに分類すると、類人猿では全種に環椎鎖骨筋が存在し、環椎鎖骨筋をもつ種は樹上性が強い傾向があることがわかった。また、環椎鎖骨筋は樹上生活に適応する過程で前環椎肩甲筋の停止部位が変化したものであると考えられ、さらに、MACには上肢帯を挙上する作用だけでなく、頭頸部を安定させる作用もあるのではないかと考えられた。

前腕部では、深部の指伸筋群において、固有第二指伸筋、固有第五指伸筋に加えさらに、固有第三指伸筋および固有第四指伸筋が認められ、第二指から第五指のそれぞれに停止する指伸筋が存在することが明らかとなった。また、深指屈筋は尺骨頭と橈骨頭からなるが、尺骨頭の腱は第三、第四、第五指へ、橈骨頭の腱は第二指へ向かい、深指屈筋に母指へと向かう腱が認められないということがわかった。深指屈筋の橈骨頭はヒトの長母指屈筋に相当すると考えられたが、その腱は第二指に終わっていた。この母指への外在屈筋腱の欠如は、

樹上生活における母指退行性変化の筋学的特徴のひとつであると考えられた。

指背腱膜については、ヒトとほぼ同様の構造をもち、オランウータンにも指の伸展・屈曲をスムーズに行なうための機構が備わっていることが明らかとなった。しかし、中央索の幅はヒトよりも広く、さらに、第三指と第四指にも認められた固有指伸筋腱の一部が指背腱膜に加わることで、指背腱膜の幅を増強させていた。また、横支靭帯と斜支靭帯は、PIP 関節と DIP 関節の伸展・屈曲に同時性を持たせていたが、これは、横 1 列に並んだ第三指、第四指、第五指の PIP 関節と DIP 関節が同時に伸展・屈曲することで、把握やぶら下がりによりスムーズにし、瞬時に枝を確実に捉えるために役立っていると考えられた。

また、大腿部においては、文献によっては大殿筋の一部とされる坐骨結節から起こり大腿骨骨幹に停止する筋は、大腿二頭筋・長頭と同じ坐骨神経枝の支配を受け、大殿筋とは異なる神経支配を受けることが明らかとなり、さらに、この神経枝は半腱様筋や半膜様筋をも支配していることから、神経支配から考えた場合、大殿筋の一部ではなく、大腿二頭筋・長頭の一部であると考えるのが妥当であることがわかった。また、大腿二頭筋長頭と短頭の間には結合がないことも明らかとなった。このような、他の霊長類にはみられない大腿二頭筋の形態は、特有の移動様式を反映したものであると考えられた。

さらに、下腿部は前腕によく似た形状をもち、薄い腓腹筋の筋腹が踵骨近くまで広がり、短いアキレス腱が踵骨に斜めに付いて、足の内側を引っ張り上げ、外側を押し下げていることがわかった。また、膝窩筋が発達し、足底筋は認められなかったが、足底腱膜は認められた。これらの下腿筋の形態学的特徴も、大腿部と同様、特有の移動様式と相関があると思われ、さらに、オランウータンは、足底腱膜の役割を議論する上で重要な分化を遂げている動物であると考えられた。

下肢の動脈系においては、ヒトでは認められない伏在動脈がチンパンジー、ヒヒ、ロリスといったヒト以外の霊長類と同様に存在し、これが〔内転筋〕腱裂孔の手前で大腿動脈から分岐し、伏在静脈に伴行して足背に至り、足背動脈となることが明らかとなった。

さらには、副鼻腔および鼻腔を抽出し立体構築することで、副鼻腔の形態を 3 次元的に示し、眼窩底と歯槽骨に挟まれ上顎骨全体に非常に大きく広がった上

顎洞、眼窩間に位置する小さな前頭洞、蝶形骨洞の前方に位置する篩骨洞、外側方向へ広がった蝶形骨洞の形態や領域が明らかとなった。基本的にすべての洞において、左右対称の広がり認められた。また、副鼻腔とは別に、項稜を形成している骨の内部に無数の骨洞が存在することわかったが、これはメスには認められないことから、重い頭蓋骨を軽くするために存在し、共鳴腔としてロングコール等の声を大きく響かせる際に役立っていると考えられた。

このように、得られた結果をヒト、類人猿を含めた他の霊長類のものと比較し、また、オランウータン特有のロコモーションや生息環境および生態を加味して検討することで、それぞれの特徴は、霊長類としての系統発生的特徴や、環境への適応により獲得した特徴であると考えることができた。特に、その特有のロコモーションを反映したと考えられる形態学的特徴が多く認められた。また、系統発生的要因と環境的要因はそれぞれ単独に働くのではなく、系統発生的に備わっている構造が環境的要因によってより特有の形態へと変化するといったように、それぞれの要因が複雑に絡み合っただけでなく、固有の特徴を作り上げていた。

しかし、今回、観察を行った 2 頭の検体は、日本の動物園で生まれ育った飼育下のオランウータンであり、本来の生息環境とは異なる、飼育環境への適応による形態学的特徴をもっていることも十分に考えられる。この 2 頭が生前どのような飼育環境のもとでどのような生活を送っていたのかは不明である。しかし、環境に適応することでいかに形態が変化していく可能性があるのかを考えるにあたり、日本の動物園で生まれ人工保育で育ち、13 歳となった今でも二足歩行を行うオランウータン（オス）と、インドネシアで生まれ、二足歩行は全く行わないオランウータン（オス：15 歳）を動物園にて観察したところ、外観からでも、背筋の付き具合や、脊柱の形態が大きく異なっているであろうことは明らかであった。おそらく、骨盤の形態にも変位が認められることが予想される。ヒトにおいても、病気のため子供の頃から長期にわたり寝たきりの状態にある骨盤は、類人猿の骨盤のように平たく長い形態に変化するといわれている。したがって、二足歩行を行うオランウータンの骨盤や脊柱には、それに伴った特徴が現れることが予想される。このように、検体の生前の飼育環境を知ることで、得られた形態に対する考察はより深まることになる。また、野生

下と飼育下での形態の比較を行うことで、より本来のオランウータンの形態学的特徴を明らかにすることが可能になると考えられる。

以上のことから、オランウータンの形態に関する理解を深めるためには、形態だけでなく、遺伝、野生および飼育下での行動生態、生理等、総合して検討することが重要であると思われる。

第十二章

要 約

【序論】

アジアに現存する唯一の大型類人猿、オランウータン (*Pongo pygmaeus*) は、その地理的分布、形態および遺伝学的研究から、現在、ボルネオ種 (*Pongo pygmaeus pygmaeus*) と、スマトラ種 (*Pongo pygmaeus abelii*) の2種に分類されている。“レッドデータ・ブック”では絶滅危惧種とされている。

オランウータンは、大型類人猿としては唯一、ほぼ完全な樹上生活者であり、野生において地上に降りてくることはほとんどない。移動の際は、四肢を全て用いることで重い体重を分散させる特有のロコモーション (移動様式) により、体重を利用してゆっくりと木から木へと渡る。そのため、手は把握やぶら下がりに優れ、手首は、チンパンジーやゴリラよりも可動性に富んでいる。また、その足は、蹠行性に分類されてはいるものの、やはり、把握やぶら下がりに適応し、手によく似た形態をしている。地上を歩く際は体幹を垂直に立てることはなく、下肢は膝関節が屈曲し外旋した状態で、趾を半握りにしたまま足の外側のみを接地する。一般に、二足歩行は飼育下でしかみられない。

オランウータンの形態に関する研究は古くから行われ、現存の霊長類では唯一、顎二腹筋の前腹が欠如し (Sonntag, 1924; Wall *et al.*, 1994)、大腿骨頭靭帯も欠如している (Sonntag, 1924; Endo *et al.*, 2004) 他、母趾が退化もしくは消失している (Tuttle *et al.*, 1966) といった形態学的特徴が知られている。しかしながら、これまでの報告において、形態学的研究の対象となる部位は限局的であり、その記載も断片的である。すなわち、オランウータンの解剖所見について全身の構造を完全に解説したものは少なく、調べた限りでは、On the Anatomy, Physiology and Pathology of the Orang-utan. (Sonntag, 1924) が存在するのみである。なお、この文献は、若いメスのオランウータン1個体の解剖所見であり、骨格筋についての記載は不十分である。また、Straus (1941a, b) は、オランウータンの前腕伸筋群について詳細に報告しているが、屈筋群に関する報告は認められない。生理学的研究分野においては、フレンジやのど袋の発達といった、オスのオランウータンの性成熟に関わる形態変化 (二次性徴) に関連した内分泌学的研究が行われている (Maggioncalda *et al.*, 1999; 2000; 2002) が、大半は血液学的性状等を検討したものである。

大型類人猿が絶滅の危機に瀕している現在、大型類人猿の検体は大変希少で

あり、オランウータンの骨格筋、骨格、脈管、神経等に関する詳細な記載が、今後のあらゆる大型類人猿研究、霊長類研究、あるいは人類学研究において、貴重で有用なデータとなることは疑う余地のないところである。また、オランウータンは現生大型類人猿のうち最初（1500 万年前）に分岐したグループの類人猿であり、その特徴は、大型類人猿の現代化が起こった背景を分析する上でも重要である。さらにはこの先、望まざるも野生のオランウータンが絶滅し、オランウータンが動物園や保護センターのみに生存する動物となった場合、その健康管理は現在以上に重要となり、そのための詳細な解剖学的情報は必要不可欠となる。また、近年、各動物園が積極的に取り組んでいるエンリッチメントや行動展示に寄与することもできる。

本研究では、オランウータンの形態学的特徴を明らかにするため、過去のデータとも照らし合わせながら、筋系、脈管系を中心に肉眼解剖学的に精査し、他の霊長類との比較という観点から比較解剖学的に検討も行った。特に、いまだ検討の余地がある部位の解析より得られた形態学的特徴について明らかにし、それらの特徴が、オランウータンの生態や生息地域といった環境や特有のロコモーションに対する適応によるものであるのか、それとも、霊長類としての系統発生的なものであるのかといった関連性や、その特徴がもつ機能について考察した。

また、上肢、下肢については、血管系に造影剤を注入後、X線で撮影し、動脈を中心にX線解剖学的にも検討を行った。これに加え、コンピューター断層画像法（CT）を用いて頭頸部、上肢、下肢を撮影し、副鼻腔といった肉眼解剖学的手法では精査が困難な部位や血管系を非破壊的に観察し、これを立体再構築することにより3次元的に解析することを試みた。

【材料および方法】

仙台の八木山動物園にて死亡したオランウータン（学名：*Pongo pygmaeus* 英名：Orangutan）（オス、メス各1頭：オス - 1972年1月28日生まれ、1990年12月26日間質性心筋炎にて死亡。メス - 1971年8月5日生まれ、1993年1月25日腎不全にて死亡。共に東京都恩賜上野動物園生まれ）および、チンパンジー（学名：*Pan troglodytes* 英名：Chimpanzee）（オス1頭：3～5歳の

未成熟個体 京浜鳥獣（株）、横浜より入手）のアルコール液浸標本を用いた。

2頭のオランウータン検体は、入手時、既に動物園において病理解剖が終了し、凍結された状態にあった。自然解凍後、上肢、下肢についてはそれぞれ腋窩部（腋窩動脈）、鼠径部（大腿動脈）より血管造影剤（ウログラフィン）を注入し、X線にて撮影を行った。固定はアルコールを主剤とし、固定終了後、頭部、頸部、上肢、下肢を肉眼解剖学的に観察し、デジタルカメラ（機種名：Canon Power Shot G3）を用いて撮影、記録を行った。また、得られた結果について、他の霊長類を含めた文献データとの比較検討を行った。上肢、下肢については、動脈を中心にX線解剖学的にも検討した。これに加え、コンピューター断層画像法（CT）（装置名：Asteion Super 4 東芝メディカルシステムズ社製）を用いて、1頭（オス検体）の頭頸部、上肢、下肢を撮影し、これを立体再構築することにより3次元的にも解析を行った。

チンパンジー検体は、10%ホルマリンにて固定後、水洗を行い、剖検前後には50%エチルアルコールにて固定を行った。オランウータンとの比較検討のため、頸部、下肢を肉眼解剖学的に観察し、同じくデジタルカメラを用いて撮影、記録を行った。

【頭頸部についての肉眼解剖学的検討】

オスの頬部両側には発達したフランジがみられた。フランジはオスのみに存在し、性成熟の過程で現れる。これは顔を大きくし、他のオスに対し自分を強く見せるための構造といわれている。結合組織および脂肪からなるフランジの下には広頸筋が入り込んでおり、フランジそのものには、筋系組織や神経の分布等といった、動かすことを可能にする構造は認められないが、その下に存在する表情筋や広頸筋を動かすことで、フランジを動かすことが可能であることが明らかとなった。鼻部に関しては、ヒトにおける鼻翼がなく、そのため鼻筋（横部、翼部）は認められず、上唇鼻翼挙筋に相当するものとして鼻唇挙筋が存在していた。また、硬い食物を引き裂く、あるいは噛み砕くのに適した強大な顎をもち、咬筋、側頭筋といった咀嚼筋や口裂周辺の表情筋が非常に発達していた。この口裂周辺の表情筋の発達は、オランウータンが、唇を突き出し、まるでヒトの手のように口を使って巧みに物を操ることや咀嚼時や感情を表す

際にも口を器用に動かすことを可能としていた。また、視覚に優れ、嗅覚よりも視覚に頼って生活している。樹上において単独生活を送るオランウータンではあるが、コミュニケーションやその生活環境において、顔面の形態が果たす役割は大きいと考えられた。

【喉頭嚢についての肉眼解剖学的検討】

喉頭嚢は、声帯付近に開口部をもつ嚢状の器官で、ヒトを除く霊長類の多くの種にみられ、発声（大きな声の生成）やロコモーションと関わりがあるとされるものの、その機能は明らかにされていない。観察の結果、オランウータンの喉頭嚢は、喉頭室の外側壁から左右に独立して起こり、鎖骨を境にして、上部は背側へ向かい、下部は鎖骨・大胸筋鎖骨部間、胸筋間に分かれて伸長し、前者は腋窩に深く入り込んでいた。各々の嚢はさらに深部において分岐し、筋、骨格ならびにこれらを支配する脈管、神経系を包含する鞘のような形態を示していた。オランウータンの場合、喉頭嚢は、ブラキエーション（腕渡り）の際に軟部組織にかかる負荷を和らげるクッションとしての役割や呼気流を緩衝させることで粘膜などを守る装置としての役割をもち、大きな声を生成することよりも、ロコモーションに深く関わっている可能性が高いと考えられた。

【頸部・環椎鎖骨筋についての比較解剖学的検討】

環椎鎖骨筋／鎖骨挙筋（*M.atlantoclavicularis*／*Levator claviculae*：以下MACとする）は、霊長類にみられる頸部の筋である。ヒトには存在せず、これまでその存在は報告されているものの、その作用については明確に報告されていない。MACが存在する種を明らかにし、何故MACが存在するのかを考察するため、ヒト、類人猿（チンパンジー・ゴリラ・オランウータン・テナガザル）、旧世界猿、新世界猿、原猿類、四足歩行動物（イヌ）の頸部の筋について比較を行った。観察の結果、オランウータン、チンパンジーには共にMACが認められ、各種霊長類の環椎、肩甲骨、鎖骨周辺筋の有無をパターンに分類すると、類人猿では全種にMACが存在し、MACをもつ種は樹上性が強い傾向があることがわかった。また、MACは樹上生活に適應する過程で前環椎肩甲筋の停止部位が変化したものであると考えられた。さらに、MACには上肢帯を挙上する作

用だけでなく、頭頸部を安定させる作用もあるのではないかと考えられた。

【上肢についての肉眼解剖学的検討】

深部の指伸筋群において、チンパンジーやヒトには固有第二指伸筋、固有第五指伸筋のみが存在するのに対し、オランウータンではこれに加えさらに、固有第三指伸筋および固有第四指伸筋が認められ、ヒヒ、ニホンザル等と同様、第二指から第五指のそれぞれに停止する指伸筋が存在した。また、深指屈筋は尺骨頭と橈骨頭からなり、尺骨頭の腱は第三、第四、第五指へ、橈骨頭の腱は第二指へ向かっていた。また、深指屈筋の副頭として、尺骨の鈎状突起から起こり、深指屈筋腱に合流して終わる、**Gantzer** の筋がヒトと同様に存在した。すなわち、オランウータンの深指屈筋には母指に終わる腱が認められなかった。スローリス、リスザル、カニクイザル、ヒヒ、チンパンジーでは、深指屈筋腱から分かれ母指に停止する腱が存在し、さらにヒトでは、長母指屈筋という独立した筋としてヒトのみに特有の筋が存在し、その腱は母指に停止する。オランウータンの深指屈筋の橈骨頭はヒトの長母指屈筋に相当すると考えられたが、その腱は第二指に停止していた。この母指への外在屈筋腱の欠如は、樹上生活を中心とするオランウータンの母指退行性変化の筋学的特徴のひとつであると考えられた。

【指背腱膜に関する肉眼解剖学的検討】

指背腱膜は、基節骨・中節骨・末節骨を覆うように指の背側に存在する腱膜で、指伸筋、骨間筋、虫様筋の腱から構成されている。指伸筋腱は基節骨背面で1本の中央索と2本の側索への腱線維に分かれ、中央索・側索は骨間筋腱・虫様筋腱からの線維とともにそれぞれ中節骨・末節骨底の背面に停止する。また、これらの補助機構として矢状索、骨間筋腱膜、支靭帯、三角靭帯が存在する。観察の結果から、オランウータンの指背腱膜は、ヒトとほぼ同様の構造をもち、オランウータンにも指の伸展・屈曲をスムーズに行なうための機構が備わっていることが明らかとなった。しかし、オランウータンにおいて、中央索の幅はヒトよりも広く、さらに、第三指と第四指にも認められた固有指伸筋腱の一部が指背腱膜に加わることで、指背腱膜の幅を増強させていた。また、横

支靱帯と斜支靱帯は、PIP 関節と DIP 関節の伸展・屈曲に同時性を持たせていたが、これは、横 1 列に並んだ第三指、第四指、第五指の PIP 関節と DIP 関節が同時に伸展・屈曲することで、ブラキエーションの際の把握やぶら下がりによりスムーズにし、また、瞬時に枝を確実に捉えるために役立っていると考えられた。

【下肢についての肉眼解剖学的検討】

下肢帯には、Scansorius、Subgluteus というヒトにはない筋が認められた。また、大腿二頭筋に特徴的な走行がみられた。大腿二頭筋長頭と短頭の間には結合はなく、坐骨結節から起こる長頭は遠位に向かうに従い 2 つに分かれ、一方は大腿骨粗線外側唇に、もう一方は腓骨頭および外側膝蓋支帯に停止するというヒトの大腿二頭筋に似た走行をしていた。この長頭のうち、坐骨結節から起こり大腿骨骨幹に停止する部分は文献によっては、大殿筋の一部とされるが、今回の観察の結果、この部分は、大腿二頭筋・長頭と同じ坐骨神経枝の支配を受け、大殿筋とは異なる神経支配を受けることが明らかとなった。さらに、この神経枝は半腱様筋や半膜様筋をも支配していることから、従って、坐骨結節から起こり大腿骨骨幹に停止する部分は、神経支配から見ると、大殿筋の一部ではなく、大腿二頭筋・長頭の一部であると考えるのが妥当である。このような、他の霊長類にはみられない大腿二頭筋の形態は、特有の移動様式を反映したものであると考えられた。下腿部は前腕によく似た形状をもち、薄い腓腹筋の筋腹が踵骨近くまで広がり、短いアキレス腱が踵骨に斜めに付いて、足の内側を引っ張り上げ、外側を押し下げている。膝窩筋が発達し、足底筋は認められなかったが、足底腱膜は認められた。これらの下腿筋の形態学的特徴も、大腿部と同様、特有の移動様式と相関があると思われ、さらに、オランウータンは、足底腱膜の役割を議論する上で重要な分化を遂げている動物であると考えられた。

【上下肢の血管系に関する形態学的研究】

上肢の動脈系では、肘窩部において、ヒトの分岐様式とは異なる点があった。ヒトでは橈骨動脈の枝として分岐する橈側反回動脈が、オランウータンでは上

腕動脈から直接分岐していた。また、ヒトではまず総骨間動脈が分岐し、その枝として前骨間動脈と後骨間動脈が分岐するのに対し、オランウータンでは個体間の分岐部に多少の違いが認められるものの、前骨間動脈と後骨間動脈が総骨間動脈を介さず、それぞれ尺骨動脈から直接分岐していた。

下肢の動脈系においては、まず、ヒトで認められる大腿深動脈の終枝である貫通動脈がオランウータンには認められなかった。オランウータンの大腿深動脈は外側および内側大腿回旋動脈に分かれ、大腿方形筋への枝と内側大腿回旋動脈にそれぞれ大腿後面へと向かう分岐があり、貫通動脈を補う役割を果たしていた。また、ヒトでは認められない伏在動脈がチンパンジー、ヒヒ、ロリスと同様に存在し、これが〔内転筋〕腱裂孔の手前で大腿動脈から分岐し、伏在静脈に伴行して足背に至り、足背動脈となっていた。ヒトにおいては、伏在動脈は退化し、前脛骨動脈が足背に至り足背動脈となる。また、ヒトでは膝窩筋下縁から骨間に入り込む前脛骨動脈が、オランウータンではよく発達した膝窩筋上縁から入り込んで骨間膜を貫き下腿前面へと至っていた。

【副鼻腔の3次元画像解析】

CTにて撮影することで得られた画像から3次元的に観察した結果、眼窩底と歯槽骨に挟まれ上顎骨全体に非常に大きく広がった上顎洞、眼窩間に位置する小さな前頭洞、蝶形骨洞の前方に位置する篩骨洞、外側方向へ広がった蝶形骨洞が認められた。蝶形骨洞の中隔は、後方へ向かうに従い正中から左側方向へと移動していたが、基本的にすべての洞において、左右対称の広がり認められた。しかし、前頭洞は眼窩間にわずかに認められたのみで、ヒトとは領域、形態ともに大きく異なっていた。上顎洞については、オランウータンの上顎骨は、ヒトに比べて前方に突出したような形態であるため、上顎洞の前端が鼻腔前端よりも前方に位置していた。今回の検体において、上顎洞が口蓋骨まで侵入している様子は認められなかった。また、副鼻腔とは別に、項稜を形成している骨の内部に無数の骨洞が認められた。これはメスには認められないことから、重い頭蓋骨を軽くするために存在し、共鳴腔としてロングコールの声を大きく響かせる際に役立っていると考えられた。

【総括】

本研究では、以上のような形態学的特徴が明らかになった。これらの結果をヒト、類人猿を含めた他の霊長類のものと比較し、また、特有のロコモーションや生息環境を加味して検討することで、それぞれの特徴は、霊長類としての系統発生的特徴や、環境への適応によって固有に獲得したものであると考えることができた。特に、その特有のロコモーションを反映したと考えられる形態学的特徴が多く認められた。また、系統発生的要因と環境的要因はそれぞれ単独に働くのではなく、系統発生的に備わっている構造が環境的要因によってより特有の形態へと変化するといったように、それぞれの要因が複雑に絡み合っただけでなく、固有の特徴を作り上げていた。

参考文献

Anderton, J. C. 1988. Anomalies and Atavisms in Appendicular Myology. In: Orang-utan Biology (Schwartz, J. H. ed.), Oxford University Press, New York, 331-345.

Andrews, P. and Groves, C. P. 1976. Gibbons and Brachiation. *Gibbon and Siamang*. vol. 4. Karger, Basel. 167-218.

Andrews, P. and Cronin J. 1982. The Relationships of *Sivapithecus* and *Ramapithecus* and Evolution of Orang-utan. *Nature* 297:541-546.

Ankel-Simons, F. 1999. *Primate Anatomy. An Introduction: Second ed.* Academic Press.

馬場悠男 1990. 動物・サル・ヒトの足 - ロコモーション適応の比較機能形態学的考察 - . 人類誌. 98:51-64.

Chaimanee, Y., Jolly, D., Benammi, M., Tafforeau, P., Duzer, D., Moussa, I. and Jaeger, J. J. 2003. A Middle Miocene Hominoid from Thailand and Orangutan Origins. *Nature*. 422:61-65.

Chaimanee, Y., Suteethorn, V., Jintasakul, P., Vidthayanon, C., Marandat, B. and Jaeger, J. J. 2004. A New Orang-utan Relative from the Late Miocene of Thailand. *Nature*. 427:439-441.

Clifford, D. H., Yoo, S. Y., Fazekas, S. and Hardin, C. J. 1977. Surgical Drainage of a Submandibular Air Sac in an Orangutan. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 171:862-865.

遠藤秀紀 2002. 哺乳類の進化. 東京大学出版会. 東京

Endo, H., Hayashi, M., Kuse, N., Stafford, B. J. and Suzuki, N. 2002. Three-Dimensional Analysis by the Cone-Beam Type CT of the Nasal Region of an Orang-utan. *Jpn. J. Zoo Wildl. Med.* 7(2):137-140.

Endo, H., Yoshihara, K., Kaseda, M., Sakai, T., Ito, T., Koie, H. and Kimura, J. 2004. CT Sectional and Macroscopic Examinations of the Hip Joint Structure in the Carcass of an Adult and a Fetus Orang-Utan. *Jpn. J. Zoo Wildl. Med.* 9(2):119-123.

Fick, R. 1895. *Arch. f. Anat. U. Physiol. (Anat. Abth.)*: 1-100. (cited from Sonntag, C. F. (1924)).

藤田恒太郎 1993. 人体解剖学. 南江堂. 東京

Hamada, Y. 1985. Primate Hip and Thigh Muscles: Comparative Anatomy and Dry Weights. In: *Primate Morphophysiology, Locomotor Analyses and Human Bipedalism* (Kondo, S. ed.), University of Tokyo Press, Tokyo, 131-152.

葉山杉夫 1970. 霊長類の喉頭嚢について. *人類誌.* 78(4):274-298

葉山杉夫 1996. サルはなぜ木から落ちないのか - ヒトの声門機能の起源 -. *霊長類研究.* 12:179-206.

Hill, O. W. C. 1953. *PRIMATES-Comparative anatomy and taxonomy.* Edinburgh University Press,

Hilloowala, R. A. 1976. The Primate Hyolaryngeal Apparatus and Herbivorous Modifications. *Acta. Anat.* 95:260-278.

Hilloowala, R. A. and Lass, N. J. 1978. Spectrographic Analysis of Laryngeal Air Sac Resonance in Rhesus Monkey. *Am. J. Phys. Anthropol.* 49:129-132.

Homma, T. and Sakai, T. 1991. Hand Muscles of the Orangutan. In: Primatology today (Ehara, A. et al., ed.), Elsevier Science Publishers B. V. (Biomedical Division)

本間敏彦、坂井建雄 1992. 霊長類の親指を動かす筋について - ヒトの手の特徴を考える - . 霊長類研究. 8:25-31.

Kahle, W., Leonhardt, H. and Platzer, W. (越智淳三 訳) 1990. 解剖学アトラス (第3版) . 文光堂. 東京

金子丑之助 1970. 日本人体解剖学 第一巻 (第14版) . 南山堂. 東京

加藤嘉太郎、山内昭二 1995. 改著 家畜比較解剖図説. 養賢堂. 東京

木田雅彦 1988. Gantzer 筋の形態 - 特に浅指屈筋の形成との関連において - . 解剖誌. 63:539-546.

木村忠直 1993. 哺乳類の足形態と筋線維の太さについて - 蹠行型、趾行型、蹄行型の前脛骨筋による比較 - . 解剖学雑誌. 68(6):617-625.

Kingsley, S. R. 1988. Physiological Development of Male Orangutans and Gorillas. In: Orang-utan Biology (Schwartz, J. H. ed.), Oxford University Press, New York, 123-132.

小杉一夫、廻 俊一、福島 統、国府田稔 1984. 前腕伸筋の変異に関する解剖学的研究 1. 示指伸筋. 慈恵医大誌. 99:867-876.

小杉一夫、国府田稔、影山幾男、徳留三俊 1985. 前腕伸筋の変異に関する解剖学的研究 4. 短母指伸筋. 慈恵医大誌. 100:63-70

Macdonald, D. W. (伊谷純一郎 監修) 1986. 動物大百科 第3巻 霊長類. 平凡社. 東京

Maggioncalda, A. N. 1995. The Socioendocrinology of Orangutan Growth, Development and Reproduction: An Analysis of Endocrine Profiles of Juvenile, Developing Adolescents, Developmentally Arrested Adolescents, Adult and Aged Captive Male Orangutans. PhD Thesis, Duke University, Durham, N.C.

Maggioncalda, A. N., Sapolsky, R. M. and Czekala, N. M. 1999. Reproductive Hormone Profiles in Captive Male Orangutans: Implications for Understanding Developmental Arrest. *Am. J. Phys. Anthropol.* 109:19-32.

Maggioncalda, A. N., Czekala, N. M. and Sapolsky, R. M. 2000. Growth Hormone and Thyroid Stimulating Hormone Concentrations in Captive Male Orangutans: Implications for Understanding Developmental Arrest. *Am. J. Primatol.* 50(1):67-76.

Maggioncalda, A. N., Czekala, N. M. and Sapolsky, R. M. 2002. Male Orangutan Subadulthood: A New Twist on the Relationship between Chronic Stress and Developmental Arrest. *Am. J. Phys. Anthropol.* 118(1):25-32.

牧田登之 1992. 日本猿の解剖図譜. 東京大学出版会. 東京

Miller, R. A. 1932. Evolution of the Pectoral Girdle and Fore Limb in the Primates. *Am. J. Phys. Anthropol.* 17(1):1-56.

中務真人 2002. 類人猿のぶらさがり型適応は多元的か？ 霊長類研究, 18:175-185.

Napier, J. R. and Napier, P. H. (伊沢紘生 訳) 1987. 世界の霊長類. どうぶつ社. 東京

Netter, F. H. 2003. Atlas of Human Anatomy: Third ed. Novartis Medical Education.

西村剛 2006. 真猿類の上顎洞形態の変異とその系統解析への応用. 霊長類研究, 22:11-28.

Pilbeam, D. 1982. New Hominoid Skull Material from the Miocene of Pakistan. *Nature* 295:232-234.

Raven, H. C. 1950. The Anatomy of the Gorilla. Columbia University Press, New York.

Redmond, I. (齋藤 勝 監修) 1997. ビジュアル博物館 第64巻 霊長類. 同朋舎出版. 京都

Rose, M. D. 1988. Functional Anatomy of the Cheiridia. In: Orang-utan Biology (Schwartz, J. H. ed.), Oxford University Press, New York, 299-310.

Schultz, A. H. 1963. Relations between the Lengths of the Main Parts of the Foot Skeleton in Primates. *Folia Primatologica* 1: 150-171.

- Schwartz, J. H. (渡辺 毅 訳) 1989. オランウータンと人類の起源. 河出書房新社. 東京
- Sigmon, B. A. 1974. A Functional Analysis of Pongid Hip and Thigh Musculature. *J. Hum. Evol.* 3: 161-185. (cited from Hamada, Y. (1985))
- Sigmon, B. A. 1976. Functions and Evolution of Hominoid Hip and Thigh Musculature. In: *Primate Functional Morphology and Evolution* (Tuttle, R.H. ed.), Mouton, The Hague. 235-252. (cited from Hamada, Y. (1985))
- Sonntag, C. F. 1924. On the Anatomy, Physiology and Pathology of the Orang-utan. *Proc. Zool. Soc. London*, 349-450.
- Stern, J. T. Jr. 1971. Functional Myology of the Hip and Thigh of Cebid Monkeys and Its Implications for the Evolution of Erect Posture. *Biblio Primatol* No.14. S. Karger, Basel. (cited from Hamada, Y. (1985))
- Straus, W. L. Jr. 1941a. The Phylogeny of the Human Forearm Extensors. *Human Biol.* 13: 23-50.
- Straus, W. L. Jr. 1941b. The Phylogeny of the Human Forearm Extensors (Concluded). *Human Biol.* 13: 203-238.
- Straus, W. L. Jr. 1942. The Homologies of the Forearm Flexors: Urodeles, Lizards, Mammals. *Am. J. Anat.* 70: 281-316.
- 杉山幸丸、斉藤千映美、松村秀一、相見 満、室山泰之、浜井美弥 1996. 動物百科サルの百科. データハウス. 東京
- Swindler, D. R. and Wood, C. D. 1973. *An Atlas of Primate Gross Anatomy:*

Baboon, Chimpanzee, and Man. University of Washington Press.

Tuttle, R. H. and Cortright, G. W. 1988. Positional Behavior, Adaptive Complexes, and Evolution. In: Orang-utan Biology (Schwartz, J. H. ed.), Oxford University Press, New York, 311-330.

Tuttle, R. H. and Rogers, C. M. 1966. Genetic and Selective Factors in Reduction of the Hallux in *Pongo pygmaeus*. *Am. J. Phys. Anthropol.* 24(2):191-198.

内田亮子 1996. 種内変化から見た大型類人猿の進化. 科学. 66:419.

Utami, S. S. and Mitra, S. T. 1995. Behavioral Changes in Wild Male and Female Sumatran Orangutans (*Pongo pygmaeus*) During and Following a Resident Male Take-over. In: The Neglected Ape (Nadler, R. D. *et al.* ed.), Plenum Press, New York, 183-190.

上羽康夫 1996. 手 その機能と解剖 改訂第3版. 金芳堂. 京都

Wall, C. E., Larson, S. G. and Stern, J. T. Jr. 1994. EMG of the Digastric Muscle in Gibbon and Orangutan: Functional Consequences of the Loss of the Anterior Digastric in Orangutans. *Am. J. Phys. Anthropol.* 94(4):549-567.

Ward, S. C. and Kimbel, W. H. 1983. Subnasal Alveolar Morphology and the Systematic Position of *Sivapithecus*. *Am. J. Phys. Anthropol.* 61:157-171.

Ward, S. C. and Pilbeam, D. R. 1983. Maxillofacial Morphology of Miocene Hominoids from Africa and Indo-Pakistan. In: New Interpretations of Ape and Human Ancestry (Ciochon, R. L. and Corruccini, R. S. ed.), Plenum Press, New York, 211-238.

Wyllie E. O. (宮 正樹、西田周平、沖山宗雄 共訳) 1991. 系統分類学 分岐分類の理論と実際. 文一総合出版. 東京

山田格 1986. 神経支配に基づく浅指屈筋の再検討. 解剖誌. 61:283-298.

吉田行夫 1985. ヒトの小指伸筋について. 解剖誌. 60:185-196.

謝 辞

本研究を終えるにあたり、本研究の機会を与えてくださり、10年間もの長い間、絶えざる御指導を賜りました浅利昌男教授、ならびに、私の些細な質問や疑問にもいつも丁寧に答えてくださり、幾多の御指導をいただきました市原伸恒講師、御二人の解剖学第一研究室の先生に厚く感謝の意を表します。また、本論文の審査にあたり副査を引き受けていただき、幾多の御助言、御指導を賜りました実験動物学研究室二宮博義教授、解剖学第二研究室山本雅子教授に深く感謝の意を表します。さらに、本研究を遂行するにあたり、この4年間何度も麻布大学へ足をお運びくださり御指導を賜りました東京慈恵会医科大学解剖学講座第一早川敏之助教授には、沢山の知識や技術だけでなく、研究することの楽しさも教えていただきました。本当にありがとうございました。CTの撮影でご尽力賜りました獣医放射線学研究室菅沼常德教授、茅沼秀樹講師、ならびに日本小動物医科学研究所岩吉勇先生、3次元構築画像作成にあたり御指導いただきました東京慈恵会医科大学高次元医用画像工学研究所鈴木直樹教授、鈴木薫之助手、喉頭嚢のモデル画像を作成していただいた丸岡鉄兵氏にも心より感謝の意を表します。また、麻布大学解剖学第一研究室室生の方々には、研究にご協力いただいただけでなく、いつも温かい声をかけていただき、心より感謝しております。特に、大石元治氏、石黒亜矢子氏、大津夏生氏、中村路子氏にはいつも助けていただきました。本当にありがとうございました。最後に、私が20代の10年間を学生として過ごすことを許し、いつも温かく見守ってくれた両親と、最愛の弟、そして、高校生だった私に獣医学部へ進むきっかけを与えてくれた、もう1頭の可愛い弟とオランウータン達に、心からありがとうの言葉を送ります。