

牛の単蹄肢の解剖学的所見

那須哲夫*・黒木昭浩*・浜名克己**・村上隆之*・斎藤勇夫*

Anatomy of Syndactylous Limbs of Cattle

Tetsuo NASU, Akihiro KUROKI, Katsumi HAMANA, Takayuki MURAKAMI
and Isao SAITO

(1982年8月5日受理)

緒 言

牛には1肢に2蹄があり、これらが第三・四指(趾)の先端をおおう主蹄となり、さらにその後背位に退化して歩行の用をしない1対の副蹄を有するのが普通である⁵⁾。ところが時おり主蹄が単蹄である奇形牛を生むことがあり、このような牛は歩行困難をきたし^{10),12)}、寿命も短いことから¹⁰⁾、欧米諸国では経済上大きな問題となっている^{4),9),11)}。

牛の単蹄については、Adrian¹⁾、Bateson²⁾、Eldrige³⁾、Guffy⁴⁾、小西⁶⁾、Leipold^{ら^{7),8),9)}}、本橋¹⁰⁾、Ojo^{ら¹¹⁾}、芝田^{ら¹²⁾}、Steiner¹³⁾などの研究がある。

これらの文献によると、牛の単蹄奇形は前肢に発生する率が高く^{7),9),10)}、発育不全性奇形で、遺伝学的には半致死因子的・劣性遺伝的なものと考えられている^{10),12)}。またこのような牛は暑さに対する抵抗力が弱いという報告もある⁹⁾。

以上のように、牛の単蹄に関する研究はかなりあるが、これを解剖学的に観察したものとしては、わずかにLeipold^{ら⁸⁾}、Adrian^{ら¹⁾}、Eldrige^{ら²⁾}の報告があるにすぎない。

今回、左右前肢に単蹄奇形を有する牛1例を入手したので、その解剖学的所見について報告する。

材料および方法

観察した牛は生後16日目のホルスタイン種(雌)で、昭和55年12月17日、本学家畜内科学教室に搬入された。その後本学内で飼養されて、昭和56年6月までは元気に発育したが、同年7月になって、時々起立不能となり、体力も衰え始めたので、同月17日に本学家畜病理学教室でと殺・剖検した。この牛は先天性奇形として、単蹄の他に心臓の卵円孔開存が認められたが、内臓等に著明な病変はなかった。

前肢を10%ホルマリン液で固定し、筋、血管(動脈)および神経の走行を肉眼的に観察した。また骨学的には外部からソフテックス写真を撮影し中手管、種子骨等の存否を確認したのち蹄・皮膚・筋・腱等を除去、骨格標本作製して詳細に観察した。

* 家畜解剖学研究室

** 鹿児島大学農学部

結 果

1. 蹄の外観

主蹄は左右前肢とも単蹄で、その外観は側面から圧迫された逆円錐形を呈していた。副蹄は1肢に1対存在し、外側のものがやや大きい。正常な牛と同様に骨格的基礎(指骨である基節骨、中節骨、末節骨を指す)は認められなかった(第1図)。

2. 肢端骨格の形状

前肢骨のうち手根骨より上部の骨には著変を認めなかった。中手骨以下の骨について述べる。

(1) ソフテックス写真による観察

中手骨の近位中手管は左右肢とも存在するが、遠位中手管は左肢のみに認められ、右肢では完全に閉鎖していた(第2図)。また、中手骨外側遠位端に異常小骨2個が存在し、両者は互に関節するように見えた。

(2) 骨格標本の観察

中手骨の最大長は右肢 17.4cm、左肢 18.0cm で、左肢の方がやや長い。主蹄に関係のある指骨は基節骨、中節骨、末節骨によって構成される1指列からなり、それらの外観は、右肢では概して細長く、左肢では幅が広く長さもやや短い(第3図)。中手骨の遠位部にある滑車は右肢で1個、左肢に2個存在し、左肢の滑車間切痕は浅い。種子骨は近位種子骨が右肢に2個、左肢に3個、遠位種子骨は左右両肢にそれぞれ1個を認めた(第4図)。

3. 筋の走行

筋の走行は前腕部までは正常肢との差異が認められなかった。中手部以下について述べる。また左右の前肢を比較した場合、特に異なるもののほかは共通の所見として記述する(以上は血管、神経についても同様)。

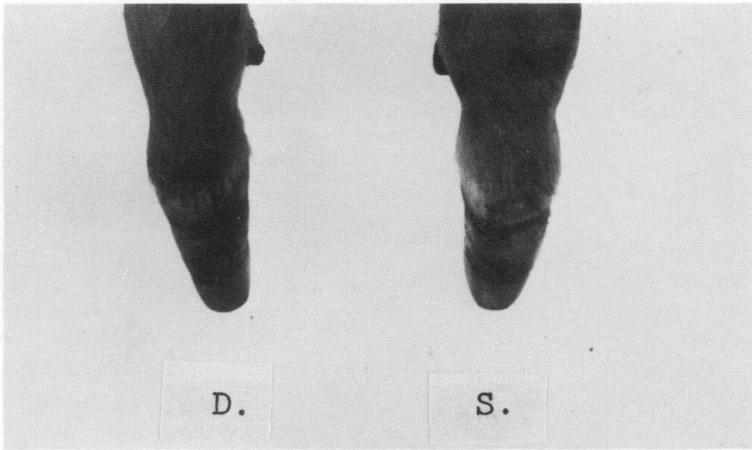
第三指伸筋、第四指伸筋および総指伸筋は上腕骨外側上顆および前腕骨から起り、その腱は中手骨の前面を下行する。右肢において3筋の腱は中手・指節関節部で合一し幅広い腱を形成して中節骨および末節骨の前面に停止する。左肢でも第三指伸筋と第四指伸筋の腱は合一して中節骨および末節骨の前面に停止するが、総指伸筋のみは独自の腱を形成して基節骨の近位端に停止する(第5図)。

浅指屈筋および深指屈筋は上腕骨内側上顆および前腕骨から起る。それらの腱は中手骨の後面を下行するが、中手・指節関節部で分岐することなく単一のまま走行し、浅指屈筋腱は中節骨後面に、深指屈筋腱は末節骨後面に停止する(第6図)。

4. 動脈の走行と分布

(1) 掌側面

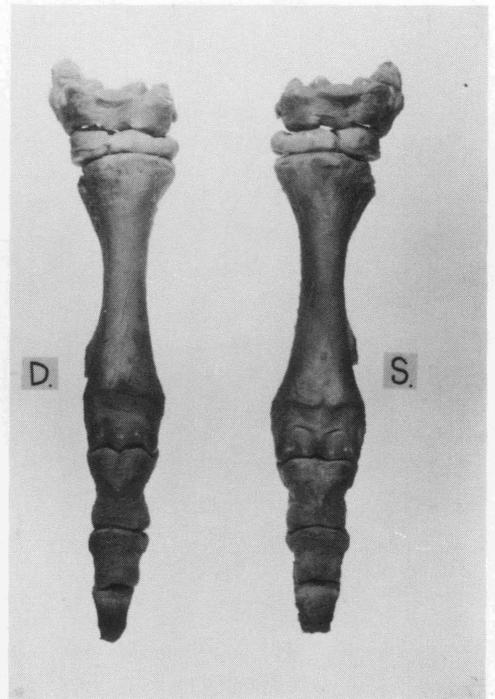
上腕動脈の続きである正中動脈は、中手骨のほぼ正中位を下行し、前腕部でこの動脈から分岐した橈骨動脈が中手骨のやや内側を下行する。この2本の動脈は中手骨の中間部付近で合流した後、屈筋腱の深部へ向かう深掌動脈弓を形成する(第7図)。この動脈弓から指骨の内側および外側へ向かう2本の枝が出る。これらの枝は途中副蹄へ分布する小枝を出しながら下行し、末節骨の後内・外側へ向けて走る。この2本の動脈は指骨部で前面に向かう枝を出し、互に吻合する。また、左肢の掌側深



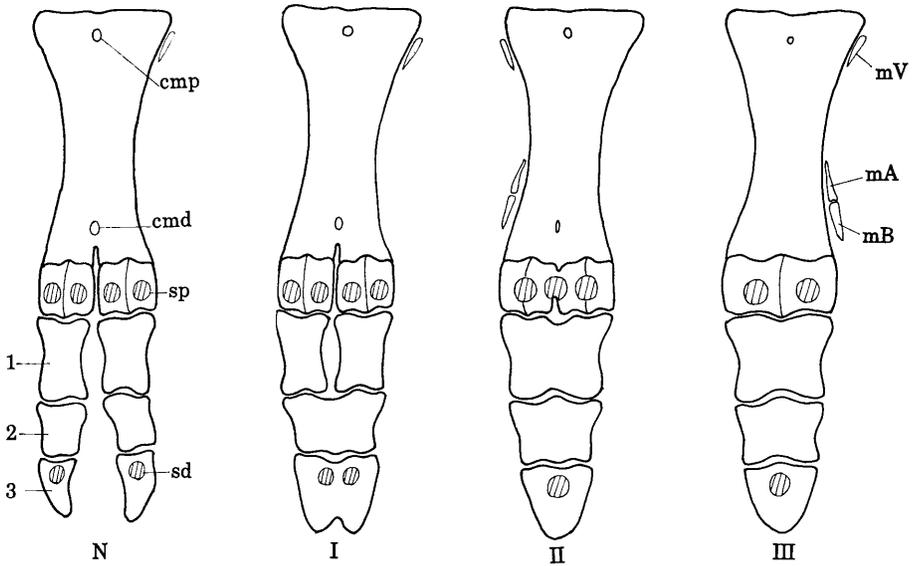
第1図 前肢（背側面）
主蹄は単蹄で逆円錐形を呈している。
D: 右肢 S: 左肢



第2図 前肢のソフテックス写真
D: 右肢 S: 左肢



第3図 前肢の骨格標本
D: 右肢 S: 左肢



第4図 指骨の癒合の種々相

- N: 正常前肢
 I: 異常前肢で中節骨と末節骨の癒合 (Guffy ら) による. II (左肢), III (右肢) は本例.
 c m P: 近位中手管 1: 基節骨 m v: 第五中手骨の遺残 (正常)
 c m d: 遠位中手管 2: 中節骨 m A: 第五中手骨の遺残 (異常)
 s P: 近位種子骨 3: 末節骨 m B: 第五指基節骨の遺残 (異常)
 s d: 遠位種子骨

部において、深掌動脈弓から遠位中手管へ進入する小枝が認められる。

(2) 背側面

前骨間動脈が分布する。この動脈は細く、中手骨の中間部付近で小枝に分かれ、指骨部まで達していない。

5. 神経の走行と分布

掌側面に正中神経と尺骨神経が認められる (第8図)。

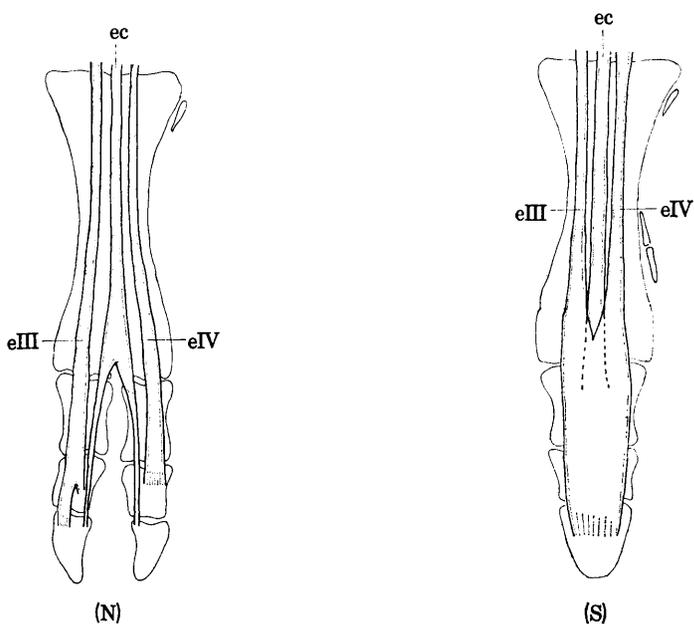
(1) 正中神経

この神経は正中動脈とともに屈筋腱の内側を下行し、中手骨近位端 $\frac{1}{3}$ のところで内側および外側の枝に分かれる。内側枝はさらに副蹄へ分布する枝と指骨部の内側へ分布する枝とを分枝する。また、外側枝は屈筋腱の表層を通り、途中外側副蹄へ小枝を出しながら指骨部の外側へ分布する。

(2) 尺骨神経

尺骨神経の掌側枝は浅枝と深枝に分かれる。浅枝は尺側手根屈筋腱と橈側手根屈筋腱の間を通過し、骨間筋の外側を下行する。この神経は途中外側副蹄および中手骨遠位外側部に存在する異常小骨 (第五中手骨) へ向かう枝を出しながら下行し、指骨部の外側に分布する。また、深枝は中手骨の中間部で骨間筋と浅指屈筋腱の間を通り、表層に出て正中神経の外側枝と連絡する。

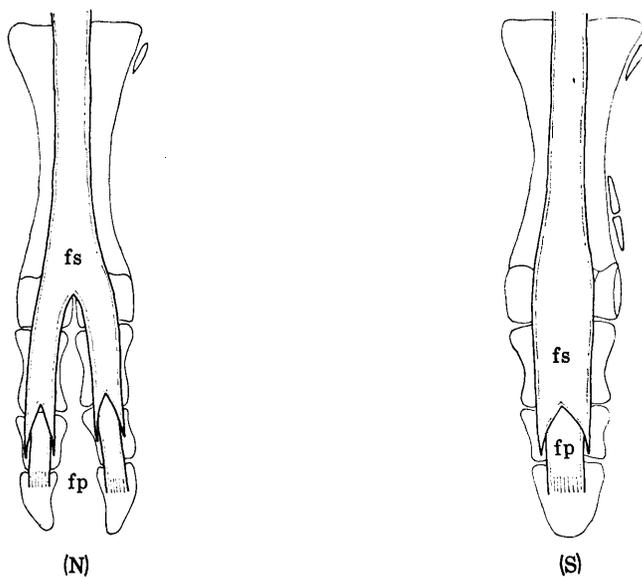
背側面を走行する外側前腕皮神経は中手部の途中で消失しており、それより遠位部についての確認はできなかった。



第5図 総指伸筋，第三指伸筋，第四指伸筋の停止部位，左側前肢背側を示す。

(N)：正常肢 (S)：本例

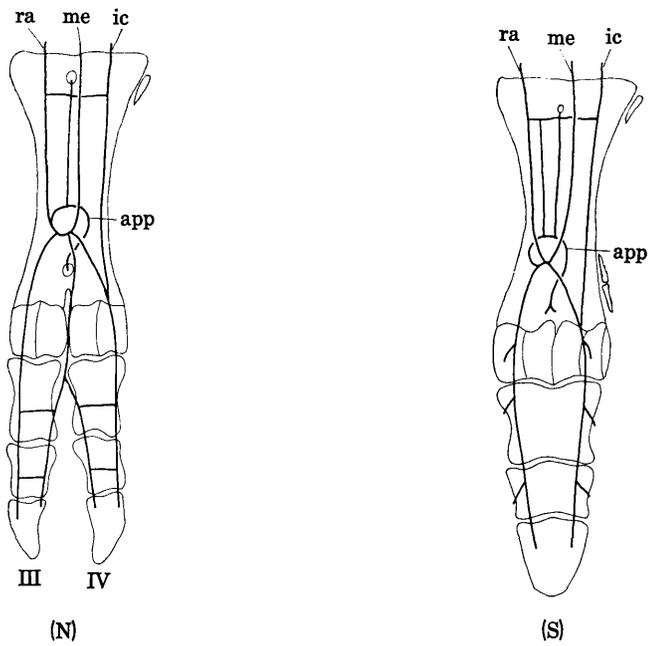
e III：第三指伸筋腱 e c：総指伸筋腱 e IV：第四指伸筋腱



第6図 浅指屈筋と深指屈筋の停止部位，右側前肢掌側面を示す。

(N)：正常肢 (S)：本例

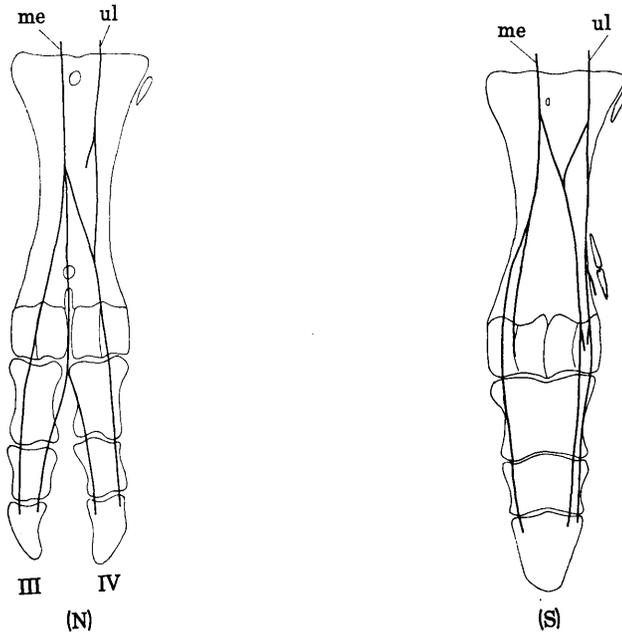
f s：浅指屈筋腱 f p：深指屈筋腱



第7図 動脈の走行, 右側前肢掌側面を示す.

(N): 正常肢 (S): 本例

ra: 橈骨動脈 ic: 前骨間動脈 Ⅲ: 第三指
me: 正中動脈 app: 深掌動脈弓 Ⅳ: 第四指



第8図 神経の走行, 右側前肢掌側面を示す.

(N): 正常肢 (S): 本例

ul: 尺骨神経 me: 正中神経 Ⅲ: 第三指 Ⅳ: 第四指

考 察

ソフテックスおよび骨格標本の観察結果からみると、今回の単蹄の例は、馬のように1本の指（第三指）だけが発達して他は退化したというのではなく、2本の指（第三指・第四指）が癒合したいわゆる合指症（Syndactyly）と考えられる。

Bateson²⁾, Guffy ら⁴⁾, 小西⁶⁾, Leipold ら^{7), 9)}, 本橋¹⁰⁾, Ojo ら¹¹⁾, Steiner¹³⁾ の報告を総合すると、牛の単蹄の発現は四肢の全部に見られることもあるが、後肢よりも前肢に多く、前肢では左肢よりも右肢に多い結果となっている（第1表）。われわれが観察した牛（以下本例と略記）は、左右前肢に単蹄を持ち、左肢よりも右肢に強い骨の癒合が見られる例であった。

第1表 牛の単蹄の発現部位と発現率

	右前肢	左前肢	左右前肢	四 肢
Bateson ²⁾	3 (30)	1 (10)	2 (20)	2 (20)
Guffy ⁴⁾			(51)	(2)
小 西 ⁶⁾			6 (66)	3 (33)
Leipold ⁷⁾	16 (30)		28 (52)	1 (2)
Leipold ⁹⁾	5 (16)		16 (50)	6 (19)
本 橋 ¹⁰⁾	2 (8)	1 (4)	14 (54)	6 (23)
Ojo ¹¹⁾	1 (11)		5 (55)	2 (22)
Steiner ¹³⁾	3 (25)		7 (58)	1 (8)

() 内は%を示す。

合指症の場合、外見上は単蹄に見えても、骨の癒合度合いは様々で、指骨の癒合は必ずしも上部の骨から始まるとは限らない。Guffy ら⁴⁾によると、指骨の癒合は中節骨、末節骨、基節骨の順に行われ（第4図）、またこれらの骨の癒合度に応じて中手骨の滑車、種子骨の数、遠位中手管、滑車間切痕なども変化するという。本例では、これらの変化や差異が左右の前肢間においてさえも認められた。

正常牛の場合、第一中手骨と第二中手骨は完全に退化消失し、第五中手骨は退化して第四中手骨の外側近位部に小骨として遺残するのが普通である。Leipold ら⁷⁾は、単蹄牛において第二中手骨や第五中手骨がいろいろな大きさで遺残（再現）した写真を掲げ、詳細な報告を行っている。本例では第四中手骨の外側遠位部に第五中手骨の遺残と思われる異常小骨が存在し、さらにその下部に小骨片が関節するのを認めた。この小骨片はおそらく第五指の指骨（基節骨）であろう。このように、中手骨や指骨がいわゆる“先祖がえりの現象”を起こすことは注目にあたいする変化と思われる。

本橋¹⁰⁾は近親繁殖により単蹄牛の発現する実例が多いことから、単蹄の成立は遺伝的变化に帰せられ、しかも指骨の癒合は完全であるので奇形成立の決定時期は胎生の早期と考えられるとしている。

単蹄肢の筋、動脈、神経の走行ないし分布は Adrian ら¹⁾, Eldrige ら³⁾ の所見とほぼ一致した。Adrian ら¹⁾は外側前腕皮神経が中手骨遠位 $\frac{1}{3}$ のところで3~4本の小枝に分かれ、それらの枝は指骨部の遠位まで達しておらず、主な枝は内側副蹄へ向かうと述べている。

要 約

牛(ホルスタイン種, 雌, 8カ月齢)の単蹄肢(左右前肢)について解剖学的観察を行った。得られた結果は次のとおりである。

1. 中手骨の遠位中手管は右肢で完全に閉鎖していた。第四中手骨の外側遠位部に第五中手骨が遺残し, またそれに関節する指骨(基節骨)の遺残を認めた。中手骨の滑車は右肢に1個, 左肢に2個存在し, 左肢の滑車間切痕は浅くなっていた。

基節骨, 中節骨および末節骨は左右両肢とも第三, 四指のものがそれぞれ完全に癒合していた。

近位種子骨は右肢に2個, 左肢に3個存在し, 遠位種子骨は左右肢とも各1個が存在した。

2. 右肢において第三指伸筋, 第四指伸筋および総指伸筋の腱は中手・指節関節部で合一し, 幅広い腱を形成して中節骨および末節骨の前面に停止していた。左肢では総指伸筋のみは独自の腱を形成して, 基節骨の近位端に停止していた。

浅指屈筋と深指屈筋の腱は中手・指節関節部で分岐することなく, 単一のまま走行し, 浅指屈筋腱は中節骨後面に, 深指屈筋腱は末節骨後面に停止していた。

3. 正中動脈と橈骨動脈は中手骨の掌側面を下行し, 中手骨中間部において深掌動脈弓を形成する。この動脈弓から指骨の外側および内側へ分布する2本の枝が出ており, これらの枝は指骨背側面で互に吻合していた。

前骨間動脈は細い枝となり中手骨の背面に分布していたが, 指骨にまで達していなかった。

4. 正中神経は中手骨の掌側面を下行し, 中手骨近位端 $\frac{1}{3}$ のところに分岐し指骨の外側および内側へ分布していた。

尺骨神経掌側枝は骨間筋の外側を下行し指骨の外側へ分布していた。

中手骨背側面を下行する外側前腕皮神経は途中で消失しており, それより遠位部では確認できなかった。

文 献

- 1) Adrian, R.W., Leipold, H.W. Trotter, D.M. and Dennis, S.M.: J. Dairy Sci., 52, pp.1432~1444 (1969).
- 2) Bateson, W.: Materials for the study of variation, pp.383~387 (1894). (本橋より引用)
- 3) Eldrige, F.E., Smith, W.H. and McLeod, W.M.: J. Hered.; 42, pp.241~250 (1951).
- 4) Guffy, M.M. and Leipold, H.W.: J. Am. Vet. Radiol. Soc., 18, pp.109~116 (1977).
- 5) 加藤嘉太郎: 家畜比較解剖図説, 下巻, , 養賢堂, 東京, (1981), pp.618~619.
- 6) 小西 要: 畜産獣医月報, 13, pp.1~2 (1949).
- 7) Leipold, H.W., Adrian, R.W., Huston, K., Trotter, D.M., Dennis, S.M. and Guffy, M.M.: J. Dairy Sci., 52, pp. 1422~1431 (1969).
- 8) Leipold, H.W., Dennis, S.M., Huston, K. and Dayton, A.D.: J. Dairy Sci., 57, pp.1401~1409 (1974).
- 9) Leipold, H.W., Dennis, S.M. and Huston, K.: Vet. Bull., 43, pp.399~403 (1973).
- 10) 本橋平一郎: 鳥取大農報, 10, pp.212~235 (1954).
- 11) Ojo, S.A., Leipold, H.W., Guffy, M.M. and Hibbs, C.M.: J. Am. Vet. Med. Assoc., 166, pp.607~609 (1975).
- 12) 芝田清吾, 石原盛衛: 日畜報, 19, pp.63~66 (1949).
- 13) Steiner, A.: Über Syndaktylie beim Rind, Inaugural Dissertation, Universität Zürich, (1945). (本橋より引用)

Summary

A pair of forelimbs of 8-month-old Holstein-Freisean cow which had solid hoof was dessected to be description. The details were reported as follows.

1. The distal perforating canal was absent from the right metacarpus. On the lateral-distal part of the metacarpal bone there were vestiges of the fifth metacarpus and the first phalanx which were jointed each other. The right metacarpus had one distal trochlea and the left had two trochleas. The intertrochlear notch of the left metacarpus was relatively shallow. All the phalanges of front feet were completely fused. The left foot had three proximal sesamoid bones and a distal sesamoid bone, but the right had only two proximal sesamoid bones and a distal sesamoid bone.

2. The lateral, medial and common digital extensor tendons of right forelimb fused into a wide aponeurotic plate at the fetlock joint and inserted on the extensor surfaces of the second and the third phalanx. The tendon of the left common digital extensor did not fuse but inserted into the proximal end of the first phalanx. The superficial and deep digital flexor tendons coursed normally but did not divide into two branches at the level of the fetlock joint, the former inserted on the palmar surface of the second phalanx and the latter inserted on that of third phalax.

3. The median and the radial arteries descended on the volar side of the metacarpus and anastomosed each other to form the deep palmar arch.

Arising from the deep palmar arch, two branches terminated by entering the lateral and the medial volar surfaces of the digit, where they formed an anastomosing arches.

The small cranial interosseus artery which descended the dorsal surface of the metacarpus did not reach the digital bone.

4. The median nerve descended on the mediovolar side of the metacarpus. At the proximal third of the metacarpus, this nerve divided into two branches which innervated the medial and the lateral volar sides of the digit.

The palmar branch of the ulnar nerve descended along the lateral side of the interosseus muscle to the laterovolar side of the digit. The lateral cutaneous antebrachial nerve which was a slender branch of the radial nerve disappeared during its course on the volar surface of the metacarpus.