胎生初期の歯胚に於ける組織発生

近 藤 哲 矢

(KONDO Tetsuya)

東北大学医学部解剖学教室 (指導 故山崎教授)

塩釜市立病院歯科

Histogenesis of Tooth Germ in the Early Development of Foetus

Tetsuya Kondo

Dental Clinic of Shiogama-Shiritsu Hospital

From the Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Tohoku University

(Director: Late Prof. Yamazaki)

1. From the present study of the histological investigation of 34 human embryos the 4th week~the end of 4th month of development stage, it seems to be rather doubtful that the reduction of dental lamina and the penetration of vessels into enamel organ are to the largest extent achieved by the mesenchymal cells, as hitherto believed.
2. In the earlier stage of tooth germ formation, ectoderm cells have the latent potency of mesenchyme.
3. The ectoderm cells are able to differentiate into the erythrocytes; that is, the latter in the dental lamina and the enamel organ has its origin in the former.

I 歯堤離断機序

緒 論

歯胚に石灰の沈着を来たし、硬組織の発現を見る以前に珐瑯器と歯堤との境界部、即ち Röse¹⁾の所謂“Verbindungsbrücke”にくびれが出来て分離することは19世紀末葉から指摘されているが、歯堤の離断機序は従来歯堤構成細胞たる外胚葉細胞の退行変性と周囲間葉細胞の侵入とによつて惹起されると考えられて来た。つまり間葉細胞主導学説ともいふべきものであつた。然るに近年に到り或種の物質で処理することによつて、外胚葉に中胚葉的性格を発現せしめる実験があり(藤井³⁾)、また外・中胚葉誘導物質に関する研究

(三上⁴⁾⁵⁾や発生過程に於ける外胚葉の特異なる態度(三上⁶⁾、新島⁷⁾)が報告されている。他方、本教室に於ける佐藤⁸⁾の鶏胎中枢神経に於ける血管発生の研究もまた外胚葉に於ける間葉的潜能の存在を示唆するものである。これらの見地を参酌すると、歯堤離断の機序に関しても再検討を必要とすると思われるので、私は多くの人胎児について観察を行つた。その結果、外胚葉性の歯堤細胞が歯堤離断に関して主導的な役割をなすとの結論に到達したのでここに報告する。

研究材料及び方法

蒐集した人胎児100例(塩釜市立病院産婦人科金田博士の厚意による、ここに謝意を表す)中、

表

胎児月齡	標 本 番 号	切 断 方 向	外胚葉性 赤血球
2	Nr. 10	矢 状	
"	Nr. 16	"	○
"	塩 Nr. 5	"	
"	塩 Nr. 7	"	
"	塩 Nr. 8	"	
"	塩 Nr. 10	"	
"	Nr. 100	"	
"	Nr. 101	前 頭	
"	Nr. 102	"	○
"	Nr. 103	"	
"	Nr. 104	水 平	
"	Nr. 109	前 頭	
"	Nr. 110	矢 状	
"	Nr. 111	前 頭	
"	Nr. 112	矢 状	
3	塩 Nr. 3	前 頭	○
"	塩 Nr. 9	"	○
"	塩 Nr. 11	矢 状	○
"	Nr. 18	"	○
"	Nr. 20	"	○
"	Nr. 22	"	○
"	Nr. 29	前 頭	
"	Nr. 34	"	
"	Nr. 44	"	
"	Nr. 50	"	
"	Nr. 107	矢 状	○
"	Nr. 108	前 頭	
"	Nr. 113	"	○
4	Nr. 1	前 頭	○
"	Nr. 3	矢 状	○
"	Nr. 9	前 頭	○
"	Nr. 12	矢 状	○
"	Nr. 27	前 頭	○
"	Nr. 32	矢 状	○

胎生第2カ月後半より第4カ月に至る34例につき観察を行つた。何れも Zenker-Formol 固定、パラフィン包埋、5~10 μ 厚の前頭断、矢状断又は水平断連続切片とし(表参照)、1部は Kull 染色、大部分は Hämatoxylin-Eosin 重染色を施した。

自己所見

歯胚帽状期に相当する時期(第2カ月末から第

3カ月初)の歯堤に於ては、基礎膜に接する最外層上皮細胞は円柱状をなして整然と配列し、内層細胞群は胞状核を有し、円乃至楕円形を呈して充実性に密在している。歯堤の周囲の間葉細胞は基礎膜に接して既に密度を増しているが、歯堤には未だ離断現象の徴候は見えない。離断現象は第2カ月の後半から第4カ月に到る間に於て追跡することが出来るが、各歯胚により歯堤離断の進行に遅速があり、乳前歯部歯堤に離断の開始された時期にも乳臼歯部歯堤にはまだその徴候を認め得ない。従つてこの報告では主として下顎前歯部の歯胚の各發育時期につき観察をすゝめた。第3カ月に於いて乳前歯の歯胚は帽状期から鐘状期に移行するが、この時期に一致して、その歯堤の基礎膜は部分的に鮮明度を減じ、外間両胚葉の境界は次第に不明瞭となるのが認められる。これらの部位を精検すると、基礎膜に接する円柱細胞の胞形質は縫小し、核も縮小かつ濃染し、その全形は紡錘形、楕円形さらに円形に変じている。この結果、円柱細胞相互間の連結は疎となり、嘗つての整然たる配列は最早認められない。このことは円柱細胞がその上皮性の性格に乏しくなり、同時に形態上間葉細胞と著しく接近したものと見られる。

即ち、整然たる唇側円柱上皮は徐々にその配列を乱し、胞体稍々肥大し、核の濃縮を見せて重積し合い、間葉組織に向つて隆起するのであるが、舌側円柱細胞は染色性稍々減退、まだ整然たる配列の面影を止めている。而して唇側隆起の波は不規則な波長を描いて一種の波濤状を呈し、2乃至3個所にくびれを見せる。これは Rösse¹⁾²⁾の3個所離断説を首肯する所見である。舌側基礎膜は染色性の低下を來たしてはいるが、まだ唇側に比して緻密度の強い間葉細胞と識別出来る。然し唇側基礎膜は強度に染色性を喪失し、波濤状は強く、部分的には境界全く不明瞭となり、連鎖状円柱細胞は漸次連鎖を解き、大きさ・形態及び染色性の各点で間葉細胞への移行を示す。唇側及び舌側縁は甚だしく凹凸不正となり、歯堤自身の幅が所によつて広狭が出来る(図参照)が、舌側は濃染性細胞堆積して間葉細胞と相對峙している。即ち歯堤

図1 歯堤のくびれと波濤状を示す，
胎生3ヵ月，矢状断

図4 歯堤のくびれと波濤状を示す，
胎生3ヵ月，矢状断

図2 図1の拡大

図5 歯堤内の外胚葉性赤血球，胎生3ヵ月，
初期，矢状断

図3 歯堤のくびれと波濤状を示す，
胎生3ヵ月，矢状断

図6 外胚葉上皮内の外胚葉性赤血球，胎生
3ヵ月終期，前頭断

図7 網状層内の外胚葉性赤血球, 胎生4カ月, 矢状断

図8 網状層内の外胚葉性赤血球, 胎生4カ月, 矢状断

離断は唇側から起り、舌側は遺残を示し、その延長は代生歯堤となる。

前述せる外胚葉細胞の変態的過程は、帽状、鐘状と期を追うにつれて歯堤各所に亘つて進行するのであるが、これと同時に、別種の変態乃至分化過程の行われることが注意される。即ち、濃染性となり円形化した歯堤細胞の一部には第3カ月前後より胞形質に酸好性を示すものが見出し得るが、同月末期の材料では同一系列に属すると思われる細胞の胞形質が強く、且つ純粋な酸好性を示すのが認められた。又この種の細胞の一部は酸好性の発現と平行して胞形質はさらに狭小となり、遂には周囲より全く遊離する。その形態は一般の有核赤血球と全く判別し難い。従つて、この胞形質に新しく発現した強い酸好性は単なる細胞の退行性変化もしくは石灰沈着によるものではなく、

血色素の出現によるものと考えられる。この過程は第4カ月に到るとより多数証明せられ、しかも新生赤血球に隣接する歯堤細胞は変性に陥り、この結果、赤血球を内容とする腔を作り、或は扁平となつて内皮細胞様に赤血球を包圍する。一方、歯堤内層の細胞群にも第3カ月前後から一部は同様に直接的な赤血球への分化とも解すべき像に接し得るが、多くは漸次退行変性に陥る。即ち、核は胞状に膨大し、染色性を低下させ、核小体は核外よりさらに胞体外に押出され、核は全く消失して、後に明量を残すが、胞形質また結局は液化し去る。かかる変化は第3カ月から第4カ月初に1個乃至10数個の細胞に起り、液化の跡には腔が形成せられ、腔内には核小体、胞形質等の破片が証明される。これらの腔を取巻き、或は腔と腔との間には濃染性歯堤細胞が残存している。上述の変化は先ず歯堤唇側に始まり、唇側は恰も間葉細胞によつて波濤状に侵蝕された如き外觀を呈する。やがて第4カ月の舌側に於ても同様の過程が進行し、多くの陥入部を生じ、他側のそれと連なり、こゝに歯堤の離断が各所に行われることになる。

考 按

歯堤離断に関しては、緒論に述べた如く、従来間葉細胞が主役を演ずるとされていた。即ちRöse¹⁾は間葉細胞の横断的増殖によるとし、かくして起る離断は歯堤の上・中・下の3個所に見られると記載した。Ahrens⁹⁾は珐瑯器の発生過程に於ける形態変化により歯堤が皺襞を作り、やがて退行変性によつて自ら穿孔するという。又、Fischer¹⁰⁾は結合組織性紡錘形細胞、即ち間葉細胞が歯堤の中に侵入して離断現象を惹起するのであつて、歯堤上皮細胞は受動的態度を示すに過ぎないといふ、Röseと本質的に同一立場を執つた。Eidmann¹¹⁾は歯堤に於ける非連続的弛緩を以て説明しているが、結局その外胚葉細胞の退行変性と間葉細胞の侵入とが歯堤離断機序の本質と見るのであつて、この点では上述の3氏はすべて一致しているのである。換言すれば間葉細胞主導

学説である。Röse の3個所離断説を思わせる所見も鐘状期の標本の中には見られたが、Ahrens が指摘せる歯堤の皺襞現象は是とし得ても同氏の退行変性による歯堤穿孔、Fischer の間葉細胞侵入説、又両者の協力作用と見る Eidmann も個々の上皮細胞の追時的変化を看過したものというべきである。

即ち、歯胚帽状期歯堤に於ては最外層上皮細胞は円柱状をなして整然と配列し、内層細胞群は胞状核を有し、円乃至楕円形をなして充実に密在している。歯堤周囲間葉細胞は基礎膜に接して既に密度を増している。帽状期から鐘状期に入る第3カ月に入ると、歯堤基礎膜は部分的に鮮明度を減じ、円柱細胞は変性を示して来る。即ち上皮性格を失い、形態的に間葉細胞へ接近してゆくのである。

唇側円柱細胞は徐々に配列が乱れ、胞体の肥大、核の濃縮を見せて重積し、間葉組織に向つて隆起するが、この隆起の波は不規則な波長で一種の波濤状を描き数個所で**くびれ**を来たす。かゝる像はかの Reichenbach¹²⁾ のいう Wachstum-und Quellungsdruck が唇側に作用しているとすれば説明しやすいかもしれぬ。又唇側基礎膜の染色性は漸次低下、喪失し、波濤状強く、部分的には境界全く不明瞭となり、連鎖状円柱細胞は漸次連鎖を解き、大きさ・形及び染色性の各点で間葉細胞への移行を示す。

舌側円柱細胞は唇側同細胞より変性機序弱く、同細胞及び基礎膜の染色性稍々低下を来たしてもまだ整然たる配列は乱れず、緻密度の強い間葉細胞と明割に識別が出来る。然し鐘状期に入ると唇側円柱細胞に見せたと同様な変性過程を辿るが、波濤状の**くびれ**は唇側程強くなく、波長も小さく、濃染色細胞堆積して間葉細胞と対している。

次に歯堤内部細胞の一部に於いて、核の濃縮、胞形質の縮小を来たして濃染色小円形細胞となり、胞形質に酸好性が出現し、やがて純酸好性の血色素を具して赤血球になる。今日の常識では赤血球起源は間葉細胞であるが、本所見は明らかに外胚葉細胞の直接的赤血球への分化であつて、

外胚葉に間葉的潜能のあることを示すものである。この変化は歯堤内部の各所に見られるのであるが、大部分は核の胞状の膨化と染色性の低下、核小体の核膜への移動、やがては胞体外にとび出し、核は明量を示しつつ消失、胞形質はこれりさきに膨化し液化の運命を辿る。液化の跡には腔が形成せられ、腔内は核小体、胞形質等の破片が証明される。

即ち歯堤細胞の変性も歯堤離断の一原因であるが、それが全部ではないことに留意すべきである。

上述の変化は先ず歯堤唇側に始まり、唇側は恰も間葉細胞によつて波濤状に侵蝕された如き外觀を呈する。やがて第4カ月の舌側に於ても同様の過程が進行し、多くの陥入部を生じ、他側のそれと連らなり、こゝに歯堤の離断が各所に行われることになる。

小 括

私は歯堤離断に関し、人胎児胎生第2カ月後半より第4カ月に至る34例を観察して、大要下記の結果を得た。

1) 歯堤の離断は主として歯堤細胞の間葉細胞への変化によつて行われる。即ち、外胚葉性である同細胞の間葉化が認められた。

2) 歯堤細胞の有すると思われる間葉的潜能の一つのあらわれとして、同細胞の一部が赤血球へ分化し得ることが見出された。

II 珐瑯器に於ける血管及び赤血球の起原

緒 論

珐瑯器内に血管が存在するか否かは古くから数次に亘つて論議の対象とせられて来た。近年に於ても Bolk¹³⁾ (有袋目), Addison-Appleton¹⁴⁾ (大黒兎), Jordan¹⁵⁾¹⁶⁾ (大黒兎, 猫), Kingery¹⁷⁾ (大黒兎, 豚, 人), Lehner-Plenk¹⁸⁾ (大黒兎), Santoné¹⁹⁾ (海猿), Muller²⁰⁾ (ヤマアラシに似た Nagers), Sprawson²¹⁾ (猫), Eidmann²²⁾ (人) 等は珐瑯器内に血管の存在することを認め、それら

は珐瑯器周囲の間葉性血管が珐瑯器に侵入したものであると解釈した。

私は人胎児の歯胚を観察中、珐瑯器内に血管の存在を確認し得ると共に、これら血管とは位置的に無関係な赤血球の存在をも認め、且つ、その血管並びに赤血球は外胚葉由来の珐瑯器内で *in situ* に形成せられたものであると解し得べき所見に到達したので以下報告したいと思う。

研究材料及び方法

胎生第4週から第4カ月末に至る人胎児100例を新鮮なる状態で Zenker-Formol 固定、5~10 μ 厚の前頭断、矢状断乃至水平断パラフィン連続切片とし、概ね Hämatoxylin-Eosin 重染色を施したが、一部は Kull 染色を行った。

自己所見

I と同じく主として下顎前歯部を観察の対象として選び、胎生第3カ月初期、即ち歯胚が既に味蕾期を経て帽状期に入つたものから、珐瑯器が完成し、未石灰化の状態を外、内珐瑯上皮、網状層(珐瑯髓)、中間層の4層を区別し、且つ又周囲間葉組織との境界未だ明瞭な第4カ月に至る間の34例につき観察した。

この期間に於ける珐瑯器各層の追時的変化：

1) 外珐瑯上皮細胞

味蕾期、帽状期の初期迄はさしたる変化は見られないが、帽状期中期以降鐘状期に入ると、基礎膜の鮮明度を減じ、円柱細胞の胞形質は縮小し、核は濃染して紡錘形、楕円形さらに円形に變じ、ために整然たる配列は見られず、相互間の連絡疎となり、上皮性細胞の性格は稀薄となり、間葉性を帯びて来る。珐瑯完成期の舌側外珐瑯上皮は、尙お幾分円柱状で細長い核を有しているが、唇側縁は殆ど立方状である。

2) 内珐瑯上皮細胞

鐘状期に入ると不規則な立方状から胞形質は染色性を弱めつゝ伸展して円柱状となり、濃染核は周辺へ偏在する。

3) 網状層

帽状期中期以降、有棘性星状細胞の胞体は空胞を生じて液化し、核は細長くなり弱塩好性となり、不定形な胞体の周辺に寄り、ときには裸出核も見られる。かくして典型的な星網状を喪う。

4) 中間層

鐘状期に至り、胞形質の縮小、核の濃縮を來たして紡錘形、楕円形乃至円形となり間葉性性格が強まる。

次に、帽状期初期から鐘状期の各期の珐瑯器各層細胞に數個乃至數十個の周囲より獨立した赤血球を見出す。特に外珐瑯上皮及び網状層内に多いのであるが、この時期には間葉組織と血管の交通は認められない。而もこれ等の赤血球は珐瑯器各層の細胞自体が転化して生じたものであることが、これ等の細胞と赤血球との間に種々なる中間段階のものが見られることにより推定される。即ち、胞形質の酸好性化、やがて純酸性即ち血色素の発現という一連の変化を見るのであるが、この経過には2つの様式のあることを知る。1) 各層の特有な細胞配列・結合を解き、胞形質は円味を帯びつゝ漸次酸好性を強め、核は濃染、縮小、円形となる。この円形胞形質は純酸好性となり、濃染核は扁平となつて胞体の辺縁に圧迫される。中には核が2、3乃至4個に崩壊、濃縮し、さらに微細な破片に分散し或は胞体外に脱出し、或は核融解の形で消失してゆく。排出された核になお少量の胞形質が附随するか否か不明であつた。2) 胞形質は漸次膨化し、酸好性弱く、核は腎形、楕円形或は円形のまゝ濃染し、細胞結合から遊離する。この2様式のうち前者が主流をなすものと思われる。双方に共通な点は、酸好性発現の前段階たる多染性の期間が非常に短かく、又多染性の胞形質を有するものは稀であつて、帽状期及び鐘状期初期に認められた。Jordan のいう赤血球貪食細胞は見られなかつた。

一方、第4カ月の外珐瑯上皮細胞中に無核赤血球の周囲に2乃至3個の扁平な核を持つた上皮細胞が、胞体の突起を互に伸展して結合し、赤血球を包む小腔を形成する状態が見られた。これはこの局所に於ける毛細血管の発生を思わせる像であ

るが、まだ発生段階の初期に属するものであつた。而してその際に珪瑯器周囲の間葉組織中の血管が珪瑯器に侵入する像は認められなかつた。

上皮細胞の有糸分裂は味蕾期に多く、帽状・鐘状期に入ると非常に少ない。

鐘状期の内珪瑯上皮と間葉組織との境界をなす基礎膜の一定部位に外・間両胚葉の中間型細胞 10 数個が明割性を減少している基礎膜上、またその附近に移行型として見られたが、両胚交流の形態学的帰趨は不明であつた。

考 按

1922 年 Addison-Appleton は胎生 21 日目の大黒鼠の珪瑯器に於て、間葉性血管が外珪瑯上皮を穿通し、生後 3 日目には中間層にまで達すると報告した。Jordan は最初 (1921) 血管の存在を否定していたが、後 (1923) これを承認したのみならず、生後 1 日の大黒鼠臼歯珪瑯器の網状層に於て、血管外に赤血球と赤血球分解産物を食食した大単核円形細胞を証明し、同時に仔猫の側切歯珪瑯器内に異物巨細胞と、その赤血球食食像をも認めた。氏はこれら赤血球食食細胞の給原として、1) 外胚葉性珪瑯器を構成する外珪瑯上皮、網状層及び中間層の何れか、或はそのすべての細胞要素、2) 侵入血管の内皮細胞、3) 侵入血管に随伴する微量の間葉細胞、4) 血管外性赤血球と共に網状層に達するリンパ球等を列挙し、この中第一の可能性即ち外胚葉性を重視したことは注目すべきであるが、血管を間葉性と信ずる点で、他の学者と一致している。Kingery (1924) も珪瑯器内に血管外性赤血球を認めたが、これを漏血の結果乃至は人工産物と解したのである。

しかし私の観察した材料によれば、胎生第 3 カ月初期から歯胚に硬組織沈着のはじまる前、即ち、珪瑯器完成期までの間に外胚葉細胞が直接に赤血球へ移行することが認められ、その移行様式に 2 つあることが見られた。即ち、珪瑯器各層の個有細胞がその細胞配列及び結合から遊離し、1) 胞形質は円味を帯びつゝ縮小し、酸好性を強め、核は濃縮、円形となる。2) 胞形質は膨化し、弱

酸好性で核は腎形、楕円形或は円形のまゝ濃染する。換言すれば、胞体の酸好性と形態的に赤血球への完成段階の年齢的關係、及び核の濃染度と形態の同關係が外胚葉性赤血球の直接的移行様式であると言ひ得る。この各層細胞の赤血球化を個々に意味付けするよりは、そのときの生物学的抑制による外胚葉細胞の態度と見做したい。既に I で述べた如く、従来一般に信ぜられていた外・中・内胚葉が終始全く劃然と独立したものであるというよりも、或る程度相互間に変換し得る潜在的能力をもつものと考えたい。即ちこの場合に於ては外胚葉に間葉化の潜能があると言ひ得る。この点から Jordan が珪瑯器内赤血球を外胚葉性のものと想定したことに対して多大の興味を覚える。

こゝに於いて Addison 等によつて観察された間葉性血管の珪瑯器内への侵入も当然取上げられねばならない問題となろう。しかし少なくとも私の観察対象となつた珪瑯器完成の時期までは認められず、一方、間葉組織よりの血管侵入のないときに珪瑯器各層内に赤血球及び甚だ発生初期で微細ながら血管形成と思われる像に接したことは注目すべきである。又こゝに些か興味を惹けるのは、歯堤が珪瑯器に接続する附近の外胚葉と間葉との態度である。完成期に近づくにつれて基礎膜は明割性を減じ、珪瑯器表面は鋸齒状に凹凸不正となり、外珪瑯上皮細胞は疎になつた網状層細胞に比し密集している。間葉細胞は珪瑯器に近接する部は密に、遠ざかる部は疎に配列している。間葉性血球は未だ僅少なながらも胎生 2 カ月から見られ、珪瑯器完成期には多くは無核赤血球を取巻いて毛細管が珪瑯器表面に多数発生して来る。外胚葉性血球もまた基礎膜に接する外珪瑯上皮細胞に多く、毛細管も少数ながらこゝに見られる。そして当然次の段階には間・外両胚性毛細管が吻合することが予想される。かくして隣接して発生した血管原基の逐次的な添加によつて珪瑯器深部にまで達するに至るといふことも考えられるのである。然し歯胚初期即ち珪瑯器完成期前に血球、血管の存在なく、網状層が消失し外珪瑯上皮と中間層とが接触する時期即ち、硬組織沈着が進むと間

葉性血管が珙瑯器内に侵入するという従来の見解にはなお多くの検討の与地があろう。しかし、先人の研究材料の殆ど全部が人以外の哺乳類であったということも考慮に入れる必要があろう。

小 括

- 1) 珙瑯器内血管及び赤血球の起原は外胚葉細胞である。
- 2) 珙瑯器完成の時期までは間葉性血管の侵入は認められない。

III 全編の総括及び結論

- 1) 胎生第4週から第4ヵ月末に至る人胎児34例に就て組織学的に検索した結果、歯堤離断現象に於ける間葉細胞の侵入、珙瑯器内への間葉性血管の侵入という従来の間葉細胞主導説は否定的である。
- 2) 歯胚初期の外胚葉細胞は間葉的潜能を有す。
- 3) 外胚葉細胞は直接的に赤血球へ分化し得る。即ち、歯堤内及び珙瑯器内に見られる赤血球の起原は外胚葉細胞である。

文 献

- 1) C. Röse: Arch. mikrosk. Anat., 38: 456-457, 1891.
- 2) C. Röse: Schweiz. Vierteljahrsschr. Zhk. 4, 1892. —9) による。
- 3) 藤井隆: 動物学雑誌, 56, 9, 10, 昭20.
- 4) 三上美樹: 科学, 13, 7, 昭18.
- 5) 三上泉: 科学, 13, 11, 昭18.
- 6) 三上泉: 動物学雑誌, 53, 12, 昭16.
- 7) 新島迪夫: 口病誌, 15, 6, 昭16.
- 8) 佐藤文雄: 医学と生物学, 11, 3, 昭22.
- 9) H. Ahrens: Anat. Heft., 48, 205-211, 1913.
- 10) G. Fischer: Bau u. Entwickl. d. Mundhöhle d. Mensch. Leipzig, 226, 1913.
- 11) H. Eidmann: Entwicklungsgesch. d. Z. d. Mensch. Berlin, 63, 1923.
- 12) E. Reichenbach: Zeitschr. Anat. u. Entw. gesch. 85: 504-510, 1928.
- 13) L. Bolk: Anat. Anz., 48: 328-335, 1915.
- 14) W. H. F. Addison-J. L. Appleton: Amer. J. Anat., 31: 161-182, 1922.
- 15) H. E. Jordan: Amer. J. Anat., 29: 379-405, 1921.
- 16) H. E. Jordan: American Record, 25: 291-299, 1923.
- 17) Kingery: Amer. J. Anat., 33: 175-195, 1924.
- 18) J. Lehner-H. Plenk: Handbuch d. Mikroskopischen Anatomie d. Menschen. Berlin, V/3, 480-481, 1936.
- 19) P. Santoné: Z. f. mikr. anat. Forsch., 37: 61-64, 1935.
- 20) J. Muller: Proceeding of the section of sciences, Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Amsterdam. 30: 298-307, 1927.
- 21) E. Sprawson: Proc. Royal Soc. Med., 16: 47-54, 1923.
- 22) H. Eidmann: Entwicklung d. Z. d. Mensch. Berlin, 81, 1923.