

Zakończenia nerwów we włosach dotykowych myszy białej.

Przez

Władysława Szymonowicza.

(Z 6 rycinami w tekście.)

(Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydz. mat.-przyr. w d. 20 Paźdz. 1891 r.;
ref. członek Cybulski.)



Zakończenia nerwowe we włosach dotykowych były już wielokrotnie badane; postanowiłem jednak przedmiot ten raz jeszcze przerobić, głównie z tego powodu, że nawet ostatnie prace nie zgadzają się ze sobą tak co do miejsca, w którym się nerwy kończą, jak i co do budowy samych zakończeń nerwowych.

Badania moje postanowiłem przeprowadzić na całym szeregu zwierząt. Rozpocząłem je od myszy białej, która nie posiadając barwika w skórze, dostarcza bardzo odpowiedniego materiału, bo pigment skóry nie zaciemnia jasności obrazów na preparatach. Wypadki tych poszukiwań przedkładałem w niniejszej pracy.

Zanim jednak przystąpię do opisanie samych zakończeń nerwowych, uważam za konieczne zastanowić się nieco nad budową włosów dotykowych.

Włosy dotykowe znajdują się przedewszystkiem na wargach i policzkach wszystkich prawie zwierząt ssących, tworząc u nich tak zwane wasy.

Włosy te różnią się od innych zwyczajnych nie zawsze tem, żeby były od nich większe (bo n. p. u konia włosy zwyczajne w grzywie i ogonie są dłuższe aniżeli dotykowe na wargach), ale stale tem, że posiadają zatokę żylną w torebce, utworzonej z tkanki łącznej i unerwienie odmienne od zwykłych włosów.

Włosy dotykowe tkwią w tkance łącznej podskórnej i są otoczone wiązkami mięśni prążkowanych, przebiegających w różnych kierunkach, z któremi to mięśniami pozostają w związku. Od zewnątrz włos jest otoczony torebką, złożoną z dwóch warstw, z zewnętrznej grubej i wewnętrznej cieniutkiej. Pomiędzy dwiema temi warstwami znajduje się zatoka żylna, która w zwyczajnych włosach odpowiada splotowi naczyń w tem miejscu silnie rozwiniętemu (Gurlt). Zatoka żylna sięga od brodawki włosowej w górę aż do okolicy, w której znajdują się gruczoły łojowe (szyjka torebki). Zatem warstwa zewnętrzna schodzi się z warstwą wewnętrzną torebki, raz w dole około brodawki włosowej, drugi raz w górze pod gruczołem łojowym. Warstwa wewnętrzna staje się w górnej trzeciej części swego przebiegu ku górze coraz grubsza, tak, że na przecięciu podłużnem daje obraz trójkąta (klina) i ztąd nosi nazwę ciała stożkowatego (der conische Körper). Od wewnętrznej do zewnętrznej ściany zatoki przebiegają skośnie beleczki tkanki łącznej. U bydła, konia i świnia cała zatoka jest jakby ciałem jamistym, ponieważ na całej przestrzeni jest poprzegradzana mnóstwem beleczek. U innych zwierząt, najwybitniej zaś u mięsożernych, owadożernych i gryzoniów, w górnej części zatoki nie ma beleczek, natomiast istnieje okrężna poduszciczka, utworzona przez zlanie się beleczek w jedną całość w górnej części zatoki. Ta poduszciczka okrężna (bourrelet annulaire, Ranvier, schildförmiger Körper, Dietl) obejmuje włos z wierzchu wewnętrznej warstwy torebki w kształcie niezupełnej obręczy, bo zajmuje tylko $\frac{2}{3}$ do $\frac{3}{4}$ obwodu. Na poprzecznym przekroju włosa przedstawia się ona w kształcie sierpa, mniej lub więcej kolistego. W miejscu, którego poduszciczka nie otacza, t. j. na przeciwnej stronie zatoki żylniej, znajduje się tkanka gąbczasta, wypełniająca przestrzeń pomiędzy narożami sierpa.

Poduszciczka ta, przyczepiona do wewnętrznej ściany zatoki, rozdziela ją na dwie części, górną bez beleczek, czyli zatokę okrężną i dolną część z licznymi beleczkami tkanki łącznej. Poduszciczka okrężna jest utworzona z włókien tkanki łącznej i z włókien elastycznych, pochodzących od ściany wewnętrznej zatoki, wśród których jest wiele dużych komórek owalnych lub wrzecionowatych z wielkimi, okrągłymi

jądrami. Kształt jej i budowa, jak to słusznie zauważył Dietl, są charakterystyczne dla pojedynczych gatunków zwierząt ssących.

Pod wewnętrzną warstwą torebki leży pochwa włosa oddzielona od niej błoną szklaną. Pochwa składa się, podobnie jak we włosach zwyczajnych, z dwóch warstw, z zewnętrznej i wewnętrznej.

Zewnętrzna, wielowarstwowa, odpowiada warstwie cylindrycznych i warstwom komórek ząbkowanych skóry. W okolicy górnej zatoki rozszerza się ona mniej lub więcej, a powyżej staje się znowu cieńszą, tworząc okrężne przewężenie. Ponad przewężeniem rozszerza się ponownie i przechodzi w warstwę Malpighiego skóry. Gruczoły łojowe przebijają pochwę ponad jej rozszerzeniem. Powierzchnowa warstwa pochwy zewnętrznej jest złożona w okolicy rozszerzenia z komórek wielkich jasnych pęcherzykowatych, z dużymi, okrągłymi i bladymi jądrami. Są to te same komórki, które opisał po raz pierwszy Merkel w ryju świńskim i w pochwie włosa. Warstwa wewnętrzna pochwy składa się, jak w zwykłych włosach z dwóch warstw, zewnętrznej (Henlego) i wewnętrznej (Huxleya). Ostatnia może być wielowarstwowa (Bonnet).

Cuticula pili i *vaginae pili* nie różnią się niczem od takich samych części we włosach zwyczajnych. Często znajdują się w jednej torebce dwa włosy, bo włos stary długo może tkwić obok nowego, podczas zmiany włosów. Brodawka włosowa jest zwykle wielka; u gryzoniów i zwierząt drapieżnych dochodzi ona znacznej długości, tak, że może sięgać wierzchołkiem, w osi włosa, aż do szyjki torebki włosowej.

Układ mięśni prążkowanych, które służą do poruszania włosami dotykowymi, jest bardzo zawiły. Jedne z nich przebiegają od górnej części torebki jednego włosa do dolnego jej końca drugiego włosa, który leży bardziej ku przodowi. Skurecz tych włókien mięsnych sprawia najeżanie się włosów ku przodowi. Włos jest tu dźwignią dwuramienną, na którą działa „para sił“. Inne włókna wychodzą z tkanki łącznej z jednej strony włosa, opasują go w formie wstęgi i zdążają do miejsca, z którego wyszły. Wstęga ta przylega do włosa po przeciwnej stronie, tej, po której leży jej początek i koniec. Niektóre zaś włókna tej wstęgi przyczepiają się z boków torebki i idą ku górze. Te włókna mają za zadanie przy skureczu jednej lub drugiej połowy wstęgi obracać włos około jego osi, a przytem podnosić go ku górze.

Następnie występuje szereg włókien, biegnących w najrozmaitszych kierunkach. Włókna te, należące prawdopodobnie do powierzchniowych mięśni twarzowych, zaciemniają cały obraz mięśni poruszających włosami. W ogóle trudno jest oryjentować się w tym splocie włókien mięsnych, który u psa, kota, myszy i szczura jest bardzo silnie rozwinięty.

Rozpatrując unaczynienie tętnicze (według Bonnet'a) widzimy, że zewnętrzna powierzchnia torebki jest pokryta siecią naczyń włosowatych, utworzoną przez naczynia skóry. Niektóre z tych rozgałęzień przebijają torebkę, i jużto wlewają się do zatoki żyłnej, jużteż w beleczkach przechodzą do warstwy wewnętrznej torebki. Od dołu przebijają torebkę zewnętrzną większa *arteria follicularis perforans* (zwykle wspólnie z nerwem), wysyłając przytem kilka gałązek do wyżej opisanego spłotu. Po wejściu do zatoki dzieli się tętnica, i w beleczkach przechodzi do wewnętrznej warstwy torebki, dążąc w górę do ciała stożkowatego. W warstwie wewnętrznej torebki tworzy tętnica podwójny spłot, jeden powierzchniowy, drugi głęboko leżący tuż na błonie szklistej. Sieci te, utworzone z regularnych, wąskich, wielobocznych oczek, wielokrotnie ze sobą anastomozują. Brodawka jest zaopatrzona przez osobną tętniczkę (*arteria papillaris*), tworzącą bogaty spłot, który przechodzi w odprowadzającą żyłę.

Szyjka torebki i gruczoły łojowe są zaopatrzone przez gałązki tętniczek skórnych. Wszystkie tętniczki zostają w połączeniu z zatoką żylną, wlewając się w nią głównie w okolicy sklepienia zatoki. Zatoka sama jest wysłana śródbłonkiem naczyniowym. Górna jej część (zatoka okrężna) komunikuje z dolną, a naczynia żyłne odprowadzające leżą znów w górze w okolicy szyjki torebki.

Co się tyczy włosów dotykowych myszy białej, to posiadają one wszystkie cechy, wspólne włosom dotykowym. Zatoka żylna, podobnie jak u innych gryzoniów, jest podzielona na dwie części, z których górna tworzy zatokę okrężną. Jeżeli przetniemy włos myszy podłużnie, to na takim przekroju poduszczeńka okrężna ma kształt nerki, zwróconej wypukłością na zewnątrz. Rozszerzenie pochwy zewnętrznej przypomina swym kształtem gruszkę, postawioną na cieńszym końcu. W miejscu, gdzie cieńsza część pochwy przechodzi w grubszą, jest przyczepiona poduszczeńka okrężna. Tkanka łączna obejmuje pierścieniowato przewężenie pochwy w około górnej granicy rozszerzenia. Zresztą w budowie włosa i jego osłonek nie znajdujemy żadnych ważniejszych szczegółów, któreby były wyłączną cechą włosów myszy białej.

Dotychczas skreśliłem budowę włosów dotykowych u zwierząt ssących w ogóle i podałem specjalne ich cechy u myszy białej. Teraz przedstawię unerwienie włosów dotykowych według moich własnych badań, ograniczając się na razie do opisanego zakończeń nerwowych u myszy białej i to tylko we włosach, tworzących u niej t. zw. wasy.

Do każdego włosa dochodzi od dołu wiązka nerwów, złożona z 50—100 włókien. Wiązka ta znajduje się, o ile z własnych prepa-

ratów mogłem się przekonać, zawsze z tej strony włosa, której nie otaczają mięśnie prążkowane. Przebija ona zawsze w jednej trzeciej, dolnej części torebki jej ścianę zewnętrzną, dzieląc się równocześnie na dwie lub trzy cieńsze wiązki, które przechodzą w beleczkach tkanki łącznej, skośnie do wewnętrznej torebki. W drodze rozdzielają się na pojedyncze włókna i układają się tak, aby włos był niemi dokoła otoczony. Naturalnie, że niektóre włókna muszą przebiegać skrótolegle, ażeby się znaleźć po przeciwnej stronie włosa. Doszedłszy do rozszerzenia gruszkowatego pochwy, jedne z nich układają się głębiej w celu utworzenia splotu głębokiego tuż na błonie szklistej w dolnej okolicy rozszerzenia, inne zaś przechodzą ponad niemi w górę. (Fig. 1).



Fig. 1.

Fig. 1. Według rysunku. Powiększenie 85. Od dołu dochodzi wiązka nerwowa. Jedne jej włókna tworzą w dole rozszerzenia pochwy rozgałęzienia końcowe, inne podchodzą pod poduszeczkę i kończą się w ciałkach poprzecznie podłużnych. W górze pierścień nerwowy, wyżej gruczoł łojowy, a nad nim włókno nerwowe skórne. Po bokach widać zatokę żylną i poduszeczkę okrężną, przeciętą w dwóch miejscach poprzecznie, poniżej beleczki tkanki łącznej, z boków zaś mięśnie. Włos nie jest na tym skrawku przecięty, albowiem leżał niżej.

Włókna głębokiego splotu, tracąc osłonkę rdzenną, rozpadają się na włókienka osiowe nagie, które tworzą rozgałęzienia końcowe, obejmujące od dołu w kształcie kielicha rozszerzenie pochwy. W rozgałęzieniu końcowem pojedyncze włókna nerwowe rozdzielają się na mnóstwo włókienek, które znow się rozgałęziają i kształtem swym przypominają, już to rogi jelenie, już też drzewo obnażone z liści. Włókienka tworzące to, bardzo obfite rozgałęzienie końcowe, tworzą gdzieś gęstą sieć. W całym przebiegu nie są one jednostajnej grubości, lecz mają nieregularne różańcowate zgrubienia. Że splot ten leży bezpośrednio na błonie szklistej, można się o tem przekonać bardzo łatwo na cienkich skrawkach, tak podłużnych, jak i poprzecznych. Włókna tego splotu (rozgałęzienia końcowego) nie przebijają nigdzie osłonki szklistej; leży on zatem pomiędzy tą ostatnią, a tkanką łączną torebki wewnętrznej, poniżej poduszeczki okrężnej. (Fig. 2, 3, 6).



Fig. 2.

Fig 2. Według mikrofotogramu. Powiększenie 113. Zeiss. apochr. 16. Proj. ok. 2. Rozszerzenie pochwy włosa; w dole rozszerzenia splot końcowy włókien głęboko leżących, ponad nim (z boków) przechodzą inne włókna wyżej i kończą się w górnej części rozszerzenia ciałkami poprzecznie wydłużnemi. Po stronie prawej zatoka żylna z poduszczką okrężną. Po stronie lewej (przeciwnej) wypełnia zatokę okrężną tkanka gąbczasta (patrz tekst). Jasne miejsca w górnej i dolnej części rozszerzenia odpowiadają częściom odciętym przez styczny skrawek.

Fig. 3. Według rysunku. Powiększenie 125 razy lin. Splot końcowy głęboko leżących włókien, dokładniej przedstawiony niż na mikrofotogramie (Fig. 2), bo tam tylko pewna płaszczyzna widzenia jest uchwyconą, tu zaś przy pomocy obniżania i podnoszenia jej odrysowano wszystkie gałązki leżące wyżej lub niżej.



Fig. 3.

O istnieniu tego rozgałęzienia końcowego głęboko położonych włókien nie znalazłem najmniejszej wzmianki w całej literaturze tego przedmiotu. Bliższe badania tego splotu przekonały mnie, że zachodzi wielkie podobieństwo pomiędzy nim, a zakończeniami nerwów czuciowych w ścięgnach.

Inne włókna nerwowe, leżące powierzchownie, przechodzą ponad rozgałęzieniem, które dopiero co opisałem i popod poduszczką okrężną dochodzą do górnej części rozszerzenia pochwy. Tutaj przechodzą pojedyncze włókna po jego powierzchni w górę, jak południki po globie i w pewnych wysokościach przebijając osłonkę szklistą, odginają się ku

osi włosa i napowrót ku dołowi, wreszcie stykają się z powierzchniowymi komórkami rozszerzenia pochwy.



Fig. 4.

Fig. 4. Według rysunku. Powiększenie 300 razy. Skrawek styczny, poprowadzony przez górną część rozszerzenia pochwy w ten sposób, że na powierzchni leżą komórki pochwy, poniżej błonka szklista, a pod nią przechodzą nerwy w górę; ciałka poprzeczne anastomozują pomiędzy sobą, w środku widać rozdzielające się włókno osiowe; równoległe do każdej linii grubej (zakończenie nerwowe), przebiega u dołu linia cieńsza (dolna granica komórki). (Patrz tekst).

Na złożonym skrawku stycznym górnej części rozszerzenia pochwy widać obok włókien nerwowych, idących po błonie szklistej, komórki, leżące pod nią, a tworzące powierzchnią warstwę pochwy. Niektóre z tych komórek mają nad sobą półksiężycowatą linię ciemną, która od góry zostaje w bezpośrednim związku z włóknem osiowym, tak samo na fioletowo zabarwionem, jak i cały półksiężyc. W dole półksiężyca widać komórkę poprzecznie owalną, zarysowaną ciemniej na całej przestrzeni. Całe to ciało końcowe przypomina żołądź, wiszącą na ogonku. Na takim przekroju obraz jest zupełnie podobny do tego, jaki przedstawiają zakończenia dotykowe nerwów w dolnych warstwach części przybłonkowej skóry.



Fig. 5.

Fig. 5. Według mikrofotogramu. Powiększenie 180 razy. Zeiss. apochr. 16 mm. Proj. ok. 4.

Rozszerzenie pochwy włosa widziane z boku. Po obu jego stronach zarysowuje się jasno zatoka okrężna. W zatoce po stronie prawej widać poduszczkę okrężną, poprzecznie przeciętą. Od dołu podchodzą nerwy i kończą się ciałkami poprzecznie podłużnymi. Nie widać rozgałęzienia końcowego w dole rozszerzenia pochwy, ponieważ znajdując się niżej nie leżało w płaszczyźnie widzenia. Jasne miejsce w środku górnej części rozszerzenia powstało w skutek odcięcia stycznego skrawka.

Niekiedy ciałka te przedstawiają się nieregularnie, są bardziej wydłużone (Fig. 4 i 5), a od dołu mają drugą cieńszą linię fioletową, przebiegającą równoległe do górnej, która zdaje się być dolną granicą komórki. Jeżeli natomiast przekroimy włos podłużnie, to owe ciałka pół-

księżycowate zostają przecięte tak, że przedstawiają się jako mniejsze lub większe punkty ciemnofioletowe, ułożone wzdłuż powierzchni rozszerzenia pochwy. (Fig. 6).

Fig 6. Powiększenie 135 razy. Według mikrofotogramu. Zeiss. apochr. 16 mm. Proj. ok. 2. Rozszerzenie pochwy w przekroju podłużnym (z boku widziane). Z obu stron poduszeczka okrężna, leżąca w zatoce żylny, przecięta poprzecznie, w górze ciemny nerwowy pierścień, ponad nim gruczoł łojowy. Od dołu dochodzą nerwy i tworzą rozgałęzienia końcowe, obejmujące dolną część rozszerzenia. Niektóre z nich podchodząc pod poduszeczkę okrężną idą w górę i tworzą ostatecznie po przebicciu osłonki szklistej zakończenia, które tu są poprzecznie przecięte i dla tego przedstawiają się jako punkty, do których gdzieś dochodzą włókna osiowe.

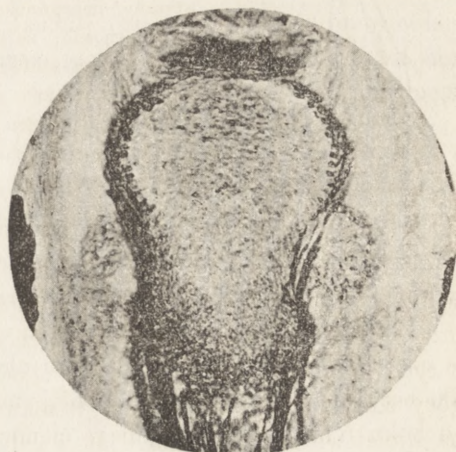


Fig. 6.

Na przecięciu poprzecznym włosa występują one znów w kształcie linii, lekko łukowato zgiętych, leżących tuż pod osłonką szklistą i zwróconych swą wypukłością na zewnątrz. Są one jednak na tym przekroju cieńsze i dłuższe niż na przekroju stycznym. Obrazy, które otrzymujemy na przekrojach podłużnych i poprzecznych włosa, przemawiają za tem, że owe półksiężycowate linije, które widzimy na przekroju stycznym, nie są bynajmniej obrazem optycznego przecięcia menisku (mieciski), jak przyjmowali Ranvier i Richiardi, lecz że to zakończenie nerwowe jest utworem wrzecionowatym, lekko zgiętym w kształcie łuku, który wypukłością swą jest zwrócony ku górze i na zewnątrz, wklęsłą zaś stroną obejmuje komórkę. Na podstawie swoich preparatów nie zgadzam się również z twierdzeniem Merkla i Bonneta, jakoby włókno osiowe kończyło się „wśród“ komórek pod osłonką szklistą.

Nadto udało mi się wykazać, że wbrew twierdzeniu Bonneta, włókno osiowe może się dzielić pod osłonką szklistą i że owe półksiężycowe fioletowe anastomozują ze sobą za pomocą włókien osiowych, jakto już wskazywali Sertoli i Dietl (Fig. 4).

Ponad rozszerzeniem pochwy, w pierścieniu utworzonym przez tkankę łączną, istnieje jeszcze pierścień nerwowy, utworzony z kilkunastu okrężnych włókien rdzennych i bezrdzennych. Niektórzy autorowie twierdzili, że pierścień ten powstaje z włókien nerwowych, docho-

dzących od dołu, które nie utworzyły zakończeń w rozszerzeniu pochwy. Według Bonneta zaś, sąto włókna, pochodzące od nerwów skóry, które schodzą na dół w okolicę pierścienia tkanki łącznej, nie udało mu się bowiem nigdy spostrzedz połączenia tego pierścienia z dolnymi włóknami nerwowymi, natomiast często widział włókna, przebiegające od pierścienia ku brodawce skóry. Z tem ostatniem zapatrywaniem zupełnie się zgadzam.

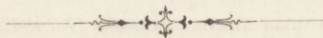
~~~~~

W badaniach moich posługiwałem się, obok ustalania skóry w 1% kwasie osmowym głównie metodą złocenia, podaną przez Ranviera dla zakończeń nerwowych w warstwie przybłonkowej skóry.

Postępowałem mianowicie w ten sposób. Zagotowywałem mieszaninę 8 części 10/0-ego roztworu chlorku złota i 2 części kwasu mrówkowego. Po ostygnięciu wrzucałem do niej mały kawałeczek skóry z włosami (o boku 5 mm.), który tam w ciemności przez godzinę pozostawiałem. Po opłukaniu, w wodzie przekroplonej, wkładałem ten kawałek skóry do 20% kwasu mrówkowego i wystawiałem na działanie dziennego światła. Po ukończeniu redukcji złota (co następowało po 24—48 godzinach), stwardzałem tę pozłocaną skórę w alkoholu, stopniowo wzmacnianym (od 70—98%), następnie zaś zatapiałem w celloidynie.

~~~~~

W końcu spełniam miły obowiązek podziękowania panu Prof. Drowi Napoleonowi Cybulskiemu, w którego zakładzie fizyologicznym pracę tę wykonałem, za łaskawie udzielane mi rady i wskazówki.



LITERATURA.

1851. Gegenbaur. Untersuchungen über d. Tasthaare einiger Säugethiere. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. III.
1859. Leydig. Studien über die äussere Bedeckung der Säugethiere. Archiv für Anat. u. Physiol. v. Reichert u. Du Boys Reymond.
1862. Gurlt. Untersuchungen über. d. hornigen Gebilde des Menschen u. d. Haussäugethiere. Müller's Archiv.
1862. Leo Vaillant. Note sur les poils du tact de mammifères. Gaz. med. Paris,
1866. Odenius. Beitrag zur Kenntniss des anat. Baues der Tasthaare. Deutsch in M. Schultze's Archiv. f. mikr. Anatomie. Bd. II.
1870. Burkardt. Ueber die Nervenendig. in den Tasthaaren der Säugethiere. Centralbli f. d. Med.-Wissenschaft. Berlin.
1871. Beil. Ueber die Nervenendig. in den Haarbälgen einiger Tasthaare. Inaugi. Diss. Göttingen.
1871. Paladino e Lanzillotti-Buonsanti. Sulla minuta struttura e sulla fisiologia de peli tattili. Estratto dal Bulletino dell' Associazione dei Medici e Naturalisti per mutua istruzione Nr. 7. 1871.
1871. Paladino. Sulla terminazione dei nervi cutanei delle labbra. Bullet. dell'Assoc. de. Med. et Natur. Napoli. Nr. 10.
1871. I. Schöbl. Die Flughaut der Fledermäuse, namentlich die Endigung ihrer Nerven. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. VII.
1871. I. Schöbl. Das äussere Ohr der Mäuse als Tastorgan. Arch. f. mikr. Anatomie Bd. VII.
1872. Wjeiiky. Ueber die Nervenendigung in den Haarbälgen der Säugethiere. Jahresberichte 1872. (Po rosyjsku): Prace Towarzystwa przyroduików w Petersburgu.
1872. Jobert. Recherches sur les poils du tact. Annales des sciences nat. V. Serie. Zoolog. Tom. XVI, Article Nr. 5.
1872. Sertoli u. Bizzozero. Sulla terminazione dei nervi nei peli tattili. Milano.
1872. L. Stieda. Die angeblichen Terminalkörperchen an den Haaren einiger Säugethiere. Arch. f. mikr. An. Bd. VIII.
1872. I. Schöbl. Das äussere Ohr des Igels als Tastorgan. Arch. f. mikr. An. Bd. VIII.
1872. I. Schöbl. Nochmals über die angeblichen Terminalkörperchen an den Haaren einiger Säugethiere. Arch. f. mikr. An. Bd. VIII.
- 1871—1873. Dietl. Untersuchungen über die Tasthaare. Sitzungsberichte der k. Akademie d. Wissensch. 1 Abth. Bd. LXIV. Juliheft 1871; 2 Abth. Bd. LXVI. Juliheft 1872; 3 Abth. Bd. LXVIII. Decemberheft 1873.
1873. I. Schöbl. Ueber die Nervenendigung an den Tasthaaren der Säugethiere, sowie über die feinere Structur derselben. M. Schultze's Arch. f. mikr. Anat. Bd. IX.
1873. L. Stieda. Zur Kritik der Untersuchungen Schöbl's über die Haare. Arch. für mikr. Anat. Bd. IX.
1873. Redtel. Der Nasenaufsatz des Rhinolophus Hippocrepis. Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. XXIII.

1875. Moisisovics. Ueber die Nervenendigungen in der Epidermis der Säuger. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXI.
1876. Merkel. Tastzellen u. Tastkörperchen bei d. Hausthieren u. beim Menschen. M. Schultze's Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI.
1876. Arnstein: die Nerven der behaarten Haut. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXIV.
1878. L. Löwe. Bemerkungen zur Anatomie der Tastaare. Arch. für mikr. Anat. Bd. XV.
1878. R. Bonnet. Studien über die Innervation der Haarbälge der Hausthiere. Morphol. Jahrb. Bd. IV.
1878. A. Rossi. Intorno alle terminazione dei nervi nella pelle delle ali dei Pipistrelli. Rendicont. Accad. Sc. Bologna pag. 174.
1880. Fr. Merkel. Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere. Rostock. Cap. VI: Nerven der Haare, pag. 147—157.
1883. S. Richiardi. Intorno alla distribuzione dei nervi nel follicolo dei peli tattili con apparato vascolare erettile del Bos taurus. Jahresberichte 1883. Bd. XII.
1889. L. Ranvier. Traité technique d'histologie. Ed. II. Paris, pag. 701—704.

