Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Over de ontwikkeling, den bouw en de beteekenis der menisci bij de huisdieren

https://hdl.handle.net/1874/272299

OVER DE ONTWIKKELING, DEN BOUW EN DE BETEEKENIS DER MENISCI BIJ DE HUISDIEREN

F. W. K. DE MOULIN

OVER DE ONTWIKKELING, DEN BOUW EN DE BETEEKENIS DER MENISCI BIJ DE HUISDIEREN

OVER DE ONTWIKKELING, DEN BOUW EN DE BETEEKENIS DER MENISCI BIJ DE HUISDIEREN

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE VEEARTSENIJKUNDE AAN DE VEEARTSENIJKUNDIGE HOOGESCHOOL TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS J. WESTER, VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER VEEARTSENIJKUNDIGE HOOGESCHOOL, IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN OP DINSDAG 22 OCTOBER 1918, DES NAMIDDAGS TE 3 URE,

DOOR

FREDERIK WILLEM KAREL DE MOULIN,
VEEARTS TE UTRECHT, GEBOREN TE GOMBONG (JAVA).

:: ZEIST — VONK & Co. — 1918 ::

Het voltooien van dit Proefschrift biedt mij de gelegenheid U, Professor Dr. G. KREDIET, *dank te zeggen voor de leiding en belangstelling in mijn onderwerp.*

De ongedwongen, vriendschappelijke verhouding in Uw laboratorium zullen mij steeds een aangename herinnering blijven.

Tevens dank ik U voor wat ik in de twee jaar, dat ik Uw assistent ben geweest, heb geleerd.

Ook U, geachte H. VEENSTRA, *betuig ik mijn dank voor het vele materiaal, dat gij mij hebt geleverd voor mijn onderzoek.*

INLEIDING.

Het mag in dezen tijd, waarin bijna ieder orgaan reeds een meer of minder uitvoerige beschrijving heeft ondergaan, merkwaardig worden geheeten, dat de menisci, die in de kniegewrichten der gewervelde dieren, van de amphibiën af, worden aangetroffen, voor zoover mij bekend, niet meer dan terloops hunne behandeling hebben gevonden.

Wel vindt men ze reeds in de oudere literatuur genoemd, zijn hun vorm en aanhechting beschreven en heeft men omtrent de beteekenis reeds meer of minder duidelijke opgaven vermeld.

Ik herinner in dit opzicht aan het werk van CHESELDEN uit 1733, THOMSON 1734, TARIN 1753, MONRO 1750, BERTIN 1754 en vooral aan dat van COOPER uit 1825 [1]), welke meteen een beschrijving van de synoviaal membraan bevat.

Doch geen heeft zich speciaal met de ontwikkeling en den fijneren bouw der menisci bezig gehouden. Speciaal de laatste vertoont een dusdanige samenstelling, dat de oude stelling, dat op de krachten, die op een der weefsels van de steungroep inwerken, deze reageert met de meest doelmatige en zuinige inrichting van materiaal, weer eens wordt bewaarheid.

---

[1]) Osteographia or anatomy of the bones, 1733.
Anatomy of the human bones, 1734.
Ostéographie ou description des os de l'adulte, du foetus etc., 1753.
The anatomy of the human bones and nerves, 1750.
Traité d'ostéologie, 1754.
A treatise on ligaments, 1825.

Bij de studie der ontwikkeling kan stap voor stap het ontstaan van dien inwendigen bouw worden nagegaan en wordt tevens een gelegenheid geboden een kleine bijdrage te leveren tot de ontwikkeling van bindweefsel, kraakbeen en elastische vezelen uit het mesenchym. Naast vraagstukken van specialen aard komen hierbij dus meer algemeene ter sprake.

Bovendien heb ik bij mijn studie de gelegenheid gekregen er de aandacht op te vestigen, hoe de verschillende stadia, waarin de menisk zich tijdens de ontwikkeling voordoet, overeenkomen met die, welke men bij de lagere gewervelde dieren, die zoo'n orgaan bezitten, kan aantreffen en ik mag er zoodoende op wijzen, dat de ontogenie in dezen een herhaling is van de phylogenie.

Het is me dan ook gebleken, dat de menisk evenals de tusschenwervelschijf der kalveren van HANSEN een goed object levert voor de studie der steunweefsels, speciaal van het kraakbeen en het gevormde bindweefsel.

Ten einde een systematisch overzicht van de resultaten van mijn onderzoek te verkrijgen, heb ik de volgende indeeling gemaakt.

1. Macroscopisch gedeelte, waarin de grovere bouw van den menisk, zijn aanhechting en zijn gedragingen tijdens de bewegingen worden aangegeven.

2. Microscopisch gedeelte, waarin naast de ontwikkeling en den fijneren bouw een kleine bijdrage wordt geleverd tot den groei van kraakbeen en gevormd bindweefsel uit ontogenetisch jongere formaties.

Het geheele onderzoek heeft plaats gevonden met behulp van embryonen, fetus van huisdieren en van jonge en volwassen exemplaren daarvan.

Het spreekt vanzelf, dat in het eerstgenoemde materiaal

mijn onderzoek zich niet kon beperken tot den menisk alleen, maar dat ik het geheele kniegewricht tot studieobject moest nemen. Waar dit het geval was, heb ik tevens de gelegenheid benut de ontwikkeling ervan na te gaan tot alle samenstellende deelen in aanleg aanwezig waren, zoodat ik tevens een bijdrage heb kunnen leveren tot de ontogenese der gewrichten in het algemeen en van het kniegewricht in het bijzonder.

MACROSCOPISCHE ANATOMIE.

In een bandpreparaat van het kniegewricht van het paard kan men omtrent de ligging en taak der banden tusschen het femur, de tibia en de menisci alsmede de beteekenis der laatsten het volgende opmerken.

De beursband vormt twee gewrichtszakken voor elk der femur-condylen met de overeenkomstige van de tibia. Hij hecht zich aan de randen der gewrichtsvlakten van femur en tibia, aan die der menisci en aan de zijbanden vast.

De buitenste collateraalband, welke gespannen is tusschen den lateralen bandknobbel van het dijbeen en het hoofdje van de fibula, loopt eenigszins scheef, omdat het eerste insertiepunt een weinig voor het laatstgenoemde is gelegen. De mediale zijband, die tusschen de mediale bandknobbels van femur en tibia loopt, ligt juist een weinig scheef in tegenovergestelde richting, doordat het bovenste insertiepunt achter het onderste gelegen is. De laterale zijband is van den menisk gescheiden door de pees van de M. popliteus en haar schede, de mediale is met den menisk verbonden.

De achterste gekruiste band gaat van de achtervlakte van de tibia, mediaal van de mediaanlijn en direct onder haar gewrichtsrand naar boven-voor, om zich vast te hechten aan het bovenste deel in de fossa intercondyloidea femoris en voor een klein deel aan de laterale vlakte van den medialen condylus femoris.

De voorste gekruiste band ontspringt in de groeve tusschen de tubercula intercondyloidea en gaat scheef naar achter-boven, naar de mediale vlakte van den lateralen femurcondyl.

De voorste ligamenta tibiae-menisci hechten de voorste hoornen der menisci vast aan de tibia aan weerszijden van den distalen oorsprong van den voorsten gekruisten band.

De achterste hoorn van den lateralen menisk is door twee banden bevestigd n.l. een distalen kleinen aan de tibia onder haar gewrichtsrand lateraal van de mediaanlijn en door eenen grooteren en dikkeren band, ligamentum femorale menisci lateralis, die scheef naar mediaal gaat naar het femur, aan de achterste grens van de fossa intercondyloidea iets lateraal-boven den medialen condyl.

De achterste hoorn van den medialen menisk is door eenen stevigen korten band verbonden met de tibia voor den oorsprong van den achtersten gekruisten band in het caudale deel van de fossa intercondyloidea tibiae.

De onder- en achtervlakte van de femurcondylen en profiel gezien vormen een gebogen lijn, die uit twee cirkelsegmenten is samengesteld, welke in elkaar overgaan en waarvan het onderste een grootere straal heeft dan het achterste.

Ofschoon voor dieren bij normale positie der knie d.i. wanneer het achterste lidmaat in rust belast is, niet goed van de achter- en ondervlakte der femur condylen is te spreken, gebruik ik, in verband met de later komende beschrijving van de knie bij den mensch, waarvoor deze plaatsbepalingen gelden, deze woorden toch. Ze zijn juist, als men ze bezigt bij de strekpositie.

De aanhechting van de zijbanden aan het dijbeen van het achterste cirkelsegment is excentrisch n.l. voor het middelpunt ervan, zoodat de afstand van dat insertiepunt naar de onderzijde korter is dan naar de achterzijde.

De ondervlakte van den medialen femurcondyl is vlakker en hierdoor breeder dan die van den laterálen, die uit twee deelen bestaat. Het buitenste, dat op den menisk

articuleert, is ronder dan het binnenste, dat voor een groot deel met de tibia in contact is en zijwaarts wat vlakker is. Beide deelen vormen, waar ze in elkaar over gaan een breeden kam, welke in zijwaartsche richting den lateralen condyl daardoor wat smaller maken dan den medialen. Naar achteren toe worden beide condylen ronder en breeder, waarin de laterale den medialen overtreft.

Beide loopen parallel aan elkaar in een richting een weinig van voor-mediaal naar achter-lateraal. De mediale condyl reikt iets meer distaal dan de laterale.

Van de gewrichtsvlakten van de tibia is de mediale langer dan de laterale, welke wat breeder is.

In transversale richting is de binnenste concaaf, doordat de mediale helling van het tuberculum intercondyloidea sterk naar binnen afloopt, terwijl de binnenrand van de gewrichtsvlakte iets verhoogd is. In longitudinale richting is haar oppervlakte een weinig convex en helt naar mediaal-achter.

De laterale vlakte is breeder en korter. Aan deze zijde steekt het tuberculum intercondyloidea weinig boven de gewrichtsvlakte uit en is zijn helling niet stijl. Hierdoor is de concaviteit der gewrichtsvlakte in transversale richting zeer gering en wordt alleen veroorzaakt door den zeer weinig verhoogden buitenrand. Longitudinaal is de vlakte weinig convex. Ze is dus veel vlakker dan mediaal en helt naar achter-lateraal.

Overeenkomstig de grootere, mediale tibia gewrichtsvlakte is ook de mediale menisk grooter dan de laterale. Hij is langer en meer gebogen, zoodat de hoornen dichter bij elkaar komen dan die van den laatste, die korter en minder gekromd is.

Van beide is de achterste hoorn breeder dan de voorste. De schenkels zijn dikker dan het midden van den menisk. Vooral aan den lateralen is dit goed waarneembaar. Hierdoor is de proximale gewrichtsvlakte

van den lateralen menisk ongeveer horizontaal, terwijl die van den medialen naar achter blijft hellen en iets lager is gelegen dan de buitenste.

De binnenrand der menisci is scherp en door de grootere dikte van den periferen rand bij den buitensten, is diens proximale vlakte dieper uitgehold dan de binnenste.

De buitenrand van den lateralen menisk vertoont eene groeve voor de pees van de M. popliteus.

De ondervlakten sluiten geheel aan de gewrichtsvlakten van de tibia aan.

In strekpositie bedekken de menisci deze echter niet geheel. Achter den medialen blijft er een smalle rand van onbedekt, evenals de laterale achter-lateraal van zich een veel breeder gedeelte vrijlaat.

Ter beoordeeling van het mechaniek van het gewricht gaan we uit van eene flexiepositie.

Het femorale insertiepunt van de collateraal banden is vóór-onder de horizontale draaiingsas der femur condylen gelegen bij den normalen stand. Bij kniebuiging beweegt dit punt zich naar achter en boven. Dit zou op zichzelf reeds eene spanning der zijbanden geven. Doch daarbij komt, dat, zooals we gezien hebben, de afstand van het insertiepunt naar de achtervlakte der femurcondylen grooter is dan die naar de ondervlakte. Deze omstandigheid maakt de spanning der zijbanden nog sterker.

Tevens is de achterste, gekruiste band in spanning, doordat diens bovenste insertiepunt naar boven gedraaid is.

De menisci hebben eene vormverandering ondergaan n.l. hun achterhoornen worden gedrukt door de breedere achtervlakten der femurcondylen, en zijn dus zoowel zijwaarts verbreed als naar achteren verschoven, de binnenste hoorn is bovendien een weinig naar lateraal verschoven, de buitenste iets naar mediaal,

doch blijft aan die zijde steeds een deel van de tibia mediaal van de fibula onbedekt.

De voorste hoornen der menisci zijn naar achteren geschoven, waardoor vóór hen een kleine rand van de tibia vrijkomt. De voorste hoorn van den medialen menisk maakt een achterwaartsche excursie gelijk aan die van den achtersten. Lateraal heeft de voorste hoorn een veel kleinere uitwijking dan achter.

Laten we nu het gewricht zich langzaam strekken dan vallen de volgende veranderingen op.

Aangezien de insertieplaats van de zijbanden aan het dijbeen naar voren doch tevens naar onder wordt gedraaid, gaan die banden verslappen evenals de achterste gekruiste band.

De menisci ondergaan ook eene verplaatsing, De achterste hoorn van den binnensten gaat naar vóór-mediaal, waardoor weer de achterrand van het tibiagewricht onbedekt wordt. De voorste hoorn beweegt zich naar voren. De achterste hoorn van den buitensten beweegt zich eerst over eenen kleinen afstand naar vóór-lateraal, doch weldra gaat hij naar vóór-mediaal. Hierbij komt achter hem weer de tibia over een gedeelte vrij. De voorste hoorn gaat alleen voorwaarts. De voorste hoornen sluiten bij strekking geheel aan den voorsten rand van de tibia aan.

Zooals we reeds opmerkten, is de ondervlakte der femurcondylen smaller dan de achtervlakte. Dientengevolge worden de in buigpositie verbreede achterschenkels der menisci bij strekking smaller.

Terwijl bij flexie de voorste hoornen geheel ontlast zijn, ondervinden voornamelijk de achterste eenen druk.

Bij extensie verplaatst zich het punt, dat den grooten druk ondervindt naar voren, totdat in uiterste strekpositie de achterste hoornen ontlast zijn en de voorste den druk van het lichaam moeten doorstaan.

Bovendien verkeert nu de voorste gekruiste band in

spanning evenals de bandjes, die den achtersten hoorn van den lateralen menisk aan femur en tibia verbinden. Deze bandjes maken, dat de laterale menisk steeds aan den femurcondyl aangesloten blijft. Hyperextensie wordt behalve door den voorsten gekruisten band, het lig. femorale menisci lateralis in samenwerking met het lig. tibiae-menisci posterior van den lateralen menisk tegengegaan door de voorste hoornen der menisci vooral door dien van den medialen.

We zien, dat de mediale kam van het femoro-patellair gewricht zich niet geleidelijk in den medialen condyl voortzet, doch abrupt met een hoek eindigt. Deze hoek stoot bij extensie op den hoorn van den medialen menisk, waardoor deze beweging geremd wordt

In extensie zijn de zijbanden ontspannen, waardoor eene rotatie van de tibia om haar lengteas mogelijk is.

Bij buitenwaarts roteeren van de tibia bewegen zich de beide hoornen van den medialen menisk naar achteren. Hierbij heeft de beweging zoowel langs femur als tibia plaats.

Van den lateralen menisk gaat de achterste hoorn naar lateraal en de voorste naar lateraal-voor.

Deze bewegingen zijn gerekend ten opzichte van de tibia.

Bij binnenwaarts roteeren van den schenkel, beweegt zich de voorste hoorn van den medialen menisk naar voren en de achterste hoorn schuift naar voor-mediaal. De verschuiving van den menisk geschiedt weer zoowel langs de tibia als het femur.

De voorste hoorn van den lateralen menisk gaat naar achter-mediaal, de achterste hoorn naar mediaal. Lateraal blijft de menisk steeds het femur volgen, zoodat hier de voornaamste beweging tusschen menisk en tibia geschiedt.

De lossere mediale menisk is ten opzichte van beide beenderen meer beweeglijk.

Een te sterke rotatie wordt door de gekruiste banden en de zijbanden voorkomen. Doch ook de dikke randen der door banden gefixeerde menisci beletten eene te groote draaiing.

Bij uitwendige beschouwing van het kniegewricht van een rund komt men tot de volgende bevindingen. De beursband hecht zich vlak boven de gewrichtsvlakten der femurcondylen en onder den rand van die van de tibia vast en is verbonden aan den omtrek der menisci.

De mediale collateraalband is gelegen tusschen den medialen bandknobbel van het femur en dien van de tibia, waarbij hij tevens door bindweefsel aan den medialen menisk verbonden is. Zijn insertiepunten zijn aan het gestrekte gewricht loodrecht boven elkaar gelegen.

De laterale zijband verbindt de laterale bandknobbels van femur en tibia, waarbij het onderste insertiepunt vlak boven het hoofdje van de fibula of rest daarvan gelegen is. Hij is door de pees van de M. popliteus met haar slijmbeursje van den menisk gescheiden. Zijn beide aanhechtingspunten zijn niet loodrecht boven elkaar gelegen, doch het bovenste ligt iets vóór het onderste, waardoor hij een weinig schuin verloopt.

De voorste gekruiste band is gespannen tusschen twee punten, waarvan het onderste en voorste in de groeve tusschen de tubercula intercondyloidea tibiae ligt en het bovenste en achterste zich hoog aan de mediale vlakte van den lateralen femurcondyl bevindt, direct achter diens gewrichtsvlakte.

Dit laatste insertiepunt ligt in eene uitholling. De band heeft door deze verhouding eene richting van voor-beneden naar achter-boven. De achterste gekruiste band is wat langer, ontspringt iets mediaal aan de mediaanlijn van de tibia aan haar achterzijde direct onder de gewrichtsvlakte en loopt naar boven-voor om zich aan

de laterale vlakte van den medialen condyl en aan het hoogste en voorste deel van de fossa intercondyloidea femoris vast te hechten. Hij loopt minder stijl dan bij het paard.

De menisci zijn door bandjes in hun ligging bevestigd n.l. de ligamenta tibiae anteriores et posteriores menisci medialis et lateralis.

Ze ontspringen aan de voorste en achterste hoornen van de beide menisci. De voorste bandjes eindigen aan de tibia in een punt, dat aan de voorkant van de tuberositas intercondyloidea tibiae gelegen is, waarbij de mediale band een weinig voor en mediaal van den lateralen ligt.

Het achterste mediale bandje hecht zich aan de achterzijde van de tuberositas intercondyloidae vast. Het laterale is aan de achtervlakte van de tibia ongeveer in de mediaanlijn van het been direct onder den gewrichtsrand bevestigd.

Bovendien heeft de laterale menisk nog eene bevestiging door eenen band, die van den achterrand ervan schuin naar boven-mediaal gaat en lateraal van den bovenrand van den medialen femurcondyl aan het dijbeen zich vasthecht.

Beziet men de femurcondylen en profiel dan merkt men op, dat hun distale en plantaire ronding geen zuivere ellips is, doch bestaat uit twee in elkaar overgaande cirkelbogen, waarvan de onderste een grootere straal heeft dan de achterste, welker kromming dus scherper is.

Tevens valt op, dat de collaterale banden excentrisch aan beide cirkelbogen aan het femur zijn vastgehecht en wel in een punt, dat onder het centrum der onderste cirkelsegmenten voor dat der achterste gelegen is.

De femurcondylen loopen parallel doch in eene richting iets scheef van voor-mediaal naar achter-lateraal. De mediale reikt iets meer distaal dan de laterale.

De ondervlakte der condylen is smaller dan de achtervlakte.

De mediale condylvlakte gaat naar voor en boven in den medialen kam van de facies patellaris over. De overgang wordt door eene flauwe indeuking aangegeven.

Lateraal geschiedt dit echter niet geleidelijk. Hier eindigt de laterale kam van de patellairvlakte van het femur abrupt en vormt aan haar einde een hoek.

De mediale condyl is over zijne geheele uitgestrektheid breeder en vlakker dan de laterale.

De mediale gewrichtsvlakte van de tibia is vlakker, langer en breeder dan de laterale; haar binnenrand is ronder dan de buitenrand van de laatste.

Bovendien is de mediale zijde van de tuberositas intercondyloidea tibiae hooger dan de laterale, waardoor de mediale gewrichtsvlakte eene concaviteit in transversale richting heeft. Longitudinaal is zij bijna geheel recht en helt naar achter-beneden.

De laterale gewrichtsvlakte van de tibia is dus korter en smaller, bezit eene sterke concaviteit in transversale richting tengevolge van de laterale helling van de tuberositas intercondyloidea tibiae en den verhoogden lateralen rand. In longitudinale richting vertoont zij eene sterke convexiteit, terwijl zij evenals de mediale naar achteren helt.

De laterale gewrichtsvlakte is in een lager niveau dan de mediale gelegen.

Overeenkomstig de afmetingen van de gewrichtsvlakten van de tibia is ook de mediale menisk breeder en langer dan de laterale, bezit eene sterkere kromming. Hij is dunner en minder uitgehold dan de laterale, terwijl ook zijn centrale rand scherper is dan van den laatste. Doordat de laterale menisk dikker is dan de mediale, wordt het verschil in niveau van de tibiagewrichtsvlakten opgeheven. De buitenrand van den lateralen

menisk vertoont eene flauwe indeuking voor de pees van de M. popliteus.

De oppervlakten zijn kraakbeen hard. Van de door den menisk bedekte laterale gewrichtsvlakte van de tibia blijft slechts een klein driehoekig veld vrij n.l. de laterale helling van de tuberositas intercondyloidea. De mediale vlakte bezit een grooter onbedekt gedeelte, de mediale zijde van den tuberositas intercondyloidea, en een daaraan sluitend centraal, tusschen de hoornen van den menisk ingesloten deel.

Door deze omstandigheid articuleeren de femurcondylen niet alleen met de menisci, doch over zeer kleinen afstand ook met de tibia.

In het gestrekte kniegewricht blijft lateraal van en achter den buitensten menisk nog een rand van de tibiaoppervlakte onbedekt, terwijl een kleinere rand achter den binnensten menisk vrij blijft.

Nog dient vermeld, dat de voorste hoornen van de menisci smaller zijn dan de achterste, wat mediaal sterker uitkomt dan lateraal.

De voor het mechaniek belangrijke deelen van het kniegewricht in hunne veranderingen beschrijvende, gaan we uit van eenen flextietoestand, terwijl de normale hoek tusschen femur en tibia ongeveer 120 graden is.

Hierbij merken we op, dat de achterste hoornen der menisci de in strekpositie vrij gebleven randen van de tibia geheel bedekken, omdat die hoornen sterk verbreed en naar achter geschoven zijn.

Maar in flexiepositie is het voorste insertiepunt van den achtersten gekruisten band aan het femur naar boven toe gedraaid, waardoor dus deze band gespannen is. Ook de collaterale banden zijn gespannen, waardoor het gewricht sterk gefixeerd wordt.

Als nu het gewricht langzaam gestrekt wordt, zien we de volgende veranderingen optreden.

De beide achterste hoornen van de menisci schuiven

naar voor en mediaal, terwijl zij in flexie positie verbreed waren, worden ze nu smaller en dus hun ronding scherper. Dit vindt zijn oorzaak hierin, dat zooals reeds gezegd is, de achtervlakten van de condylen breeder en vlakker zijn dan hun onderzijden.

Ze worden dus in strekpositie minder zijwaarts uitgerekt. Door hun verplaatsing komen de achterste en laterale randen van de tibiavlakten vrij, de achterste gekruiste band ontspant zich.

De achterste hoornen van den menisk, welke eerst sterk gedrukt worden, ondergaan dit in steeds geringer mate en de plaats waar ze den grootsten druk ondervinden verschuift zich naar voren toe.

Dat de menisci naar mediaal-voor verschuiven vindt zijn oorzaak hierin, dat de femurcondylen iets scheef ten opzichte van de as van het dijbeen staan n.l. naar voor-mediaal gericht zijn.

De aanhechting van de zijbanden aan het dijbeen is dezelfde als bij het paard. Ze zijn n.l. gelegen vóór- onder de horizontale draaiingsas der femurcondylen. Bij een buiging der knie bewegen ze zich naar boven en achter, waardoor de zijbanden gespannen worden. Mede door het feit, dat de afstand van die insertiepunten naar de ondervlakte der condylen kleiner is dan naar hun achtervlakte, worden ze bij extensie slapper.

Bij uiterste strekking treft men de volgende verhoudingen aan. De collateraalbanden zijn in eenen toestand van ontspanning gekomen, terwijl de voorste gekruiste band, welke aan de mediale vlakte van den lateralen femurcondyl is gehecht, gespannen is.

Zijn insertiepunt heeft zich immers naar boven gedraaid en hierdoor wordt hij in de lengte gerekt. Het achterste, laterale ligamentum tibiae menisci en het ligamentum femorale menisci laterale zijn beide gespannen. Het tweede zorgt ervoor, dat bij de strekking van het gewricht de menisk den femurcondyl blijft volgen,

terwijl het eerste weer op het hoogtepunt der strekking als rem werkt.

Bij strekpositie dienen de voorste hoornen der menisci voor stootkussen en gaan hyperextensie tegen.

We hebben reeds eerder beschreven hoe de laterale condyl van den lateralen patellairen gewrichtskam gescheiden is door een groeve en den scherpen hoek, welke het einde is van dien kam. Deze hoek en de kam, die op de overeenkomstige plaats mediaal ligt, stooten bij strekking op de voorste hoornen, waardoor de beweging geremd wordt.

Gedurende de geheele beweging, zoowel bij strekken als buigen, maken de voorste hoornen slechts kleine excursies, de achterste daarentegen wijken sterk uit.

Aangezien bij strekking de collaterale banden ontspannen zijn, is eene rotatie om de lengteas van de tibia mogelijk.

Terwijl in het gebogen kniegewricht de achterste hoornen der menisci voornamelijk gedrukt worden en de voorste ontlast zijn, is het aanrakingsvlak van femur en tibia zeer gering geworden.

De achterste schenkels worden bij strekking steeds meer ontlast, waarbij de plaats van grootsten druk naar voren schuift.

In strekpositie zijn de caudale hoornen ontlast en op de voorste komt ongeveer de geheele druk.

Bij deze bewegingen maakt de laterale menisk grootere excursies dan de mediale. Buiging in het gewricht gaat gepaard met een langer worden der menisci, strekking met een korter worden.

Bij buitenwaarts roteeren van de tibia aan het gestrekte gewricht gaat de laterale menisk ten opzichte van de tibia naar voor en lateraal, waarbij de hoofdbeweging plaats vindt tusschen de tibia en den menisk, die aan den femur-condyl aangesloten blijft. Het achterste laterale ligamentum tibiae-menisci is hierbij gespan-

nen. De mediale menisk gaat ten opzichte van de tibia naar achter en iets lateraal. Bij binnenwaarts roteeren van de tibia gaat de laterale menisk ten opzichte van den schenkel naar achter-mediaal, waarbij ook weer de hoofdbeweging plaats vindt tusschen tibia en menisk. Nu is het achterste laterale ligamentum femorale-menisci gespannen.

De mediale menisk draait voor-binnenwaarts. Bij buitenwaarts roteeren worden de achterste hoorn van den lateralen en de voorste hoorn van den medialen menisk ontlast.

Het binnenwaarts draaien van de tibia gaat gepaard met eene mindere belasting van den achtersten hoorn van den medialen en van den voorsten hoorn van den lateralen menisk.

Bij deze rotaties heeft de mediale menisk ook ten opzichte van het femur grootere excursies dan de laterale. Hier blijft de menisk aan den femurcondyl gesloten. Mediaal wordt dus de wrijving over twee oppervlakten verdeeld.

De collaterale banden zijn de voornaamste oorzaak, dat een te sterke rotatie verhinderd wordt.

Bij buigen van de knie voelt men duidelijk de rotatie minder gemakkelijk gaan door de spanning der zijbanden.

Het kniegewricht van den hond bezit tusschen femur, tibia en menisci dezelfde banden als het paard en het rund. De collateraalband slaat mediaal via den menisk, met wien hij door bindweefsel verbonden is, van het femur op de tibia over.

De laterale wordt van den menisk door de pees van de M. popliteus en haar schede gescheiden. Zijn insertiepunt op het femur ligt vóór dat op de tibia, waardoor hij schuin loopt. De voorste gekruiste band loopt van het dorsale deel van de fossa intercondylaris tibiae

plantair-proximaalwaarts naar de binnenzijde van den lateralen femurcondyl.

De achterste, gekruiste band gaat van een punt, dat direct onder den gewrichtsrand van de tibia aan diens achterzijde in de mediaanlijn gelegen is naar de laterale zijde van den medialen femurcondyl en het meest voor gelegen deel van de fossa intercondyloidea femoris.

Het mediale van de voorste ligamenta tibiae menisci hecht zich lateraal van de insertieplaats van den voorsten gekruisten band vast en gaat daarbij over diens distale einde heen.

De overeenkomstige laterale band gaat onder het einde van den voorsten gekruisten band door en zet zich daarachter in de fossa intertubercularis vast. Voor dit echter gebeurt, geeft hij over de aanhechting van den voorsten gekruisten band heen een gedeelte af, dat met den medialen band gaat vergroeien.

Het achterste mediale ligamentum tibiae-menisci eindigt in het achterste deel van de fossa intertubercularis en wordt door den achtersten gekruisten band aan het oog onttrokken.

De laterale menisk is echter door twee banden gefixeerd. Het ligamentum femorale-menisci lateralis hecht zich lateraal-boven den medialen femur-condyl vast, terwijl het ligamentum tibiae posterius menisci lateralis, veel dunner dan die naar het femur, op de achtervlakte van de tibia vlak onder het gewricht een weinig lateraal van de mediaanlijn zijn insertiepunt heeft.

De femurcondylen hebben een ondervlakte en achtervlakte, welke en profiel gezien uit twee in elkaar overgaande cirkelsegmenten bestaan, waarvan het onderste eenen grooteren straal heeft dan het achterste. De laterale condyl laat dit minder duidelijk zien; zijn profiel vormt bijna een halven cirkel.

Beide condylen zijn parallel aan elkaar, doch hebben

eene richting, die een weinig scheef op de as van het femur staat van achter-lateraal naar voor-mediaal.

Hun ondervlakte, vooral van den lateralen, is smaller dan hun achtervlakte. De laterale condyl toont hoe het met den menisk articuleerende deel meer afgerond is, terwijl het met de tibia in contact staande binnendeel ervan platter is, doch sterker helt. De mediale condyl heeft dit in minder sterke mate.

De condylen bezitten samen eene breedte, die in verhouding tot die van het femoro-patellair gewricht, veel grooter is dan bij het rund.

De laterale kam van de facies patellaris is van den lateralen femurcondyl gescheiden door eenen scherpen rand, welke het einde van dien lateralen kam is. De pees van de M. extensor digitalis communis zet zich hooger aan het femur vast dan bij het rund, waardoor er geen groeve is, die de patellaire vlakte scheidt van den lateralen condylus femoris. Deze reikt wat lager dan de mediale.

De overgang van den medialen condyl en den medialen kam van de facies patellaris geschiedt door eene flauwe uitbochting.

Van de tibia is de laterale gewrichtsvlakte breeder dan de mediale, die langer is. De laterale is in longitudinale richting convex; transversaal is zij een weinig concaaf, doordat de buitenrand iets verhoogd is. Daarbij helt zij naar voor, achter en buiten en ligt in een iets lager niveau dan de mediale.

De mediale gewrichtsvlakte is in longitudinale richting convex en transversaal vlak en zij helt ook naar achteren en naar binnen.

De eminentia intercondyloidea tibiae is aan de basis breed, doch verheft zich weinig. De fossa intertubercularis is breed.

Van de menisci is de laterale de breedste, scherper

gebogen dan de mediale, waardoor de hoornen dichter bij elkaar komen dan van deze.

De mediale is iets langer dan de laterale en de hoornen ervan liggen verder van elkaar.

De achterste hoornen zijn bij beide breeder dan de voorste.

De menisci nivelleeren de gewrichtsvlakten van de tibia niet geheel, zoodat de bovenvlakte van den lateralen menisk toch iets lager blijft dan die van den medialen.

Ook is de laterale, overeenkomstig den vorm van den lateralen femurcondyl aan zijn dorsale zijde meer uitgehold dan de mediale. De centrale rand is bij beide zeer scherp.

Doordat de hoornen van de menisci dikker zijn dan hun midden, wordt de afhelling naar achteren er een weinig minder sterk door. Hun ondervlakte past zich geheel aan de bovenvlakte van de tibia aan.

Het mechaniek van het kniegewricht wijkt iets af van dat van het rund. De insertieplaatsen van de zijbanden aan het dijbeen zijn in den normalen gewrichtsstand boven de horizontale draaiingsas van de femurcondylen gelegen. Bij buiging bewegen zich die punten naar achter en onder, waardoor in tegenstelling met het paard en het rund, de zijbanden verslappen. Daarbij komt, dat de afstanden van die punten naar de achter- en ondervlakten der femurcondylen ongeveer gelijk zijn.

In strekpositie zijn de zijbanden gespannen. De achterste hoornen van de menisci zijn hierbij ontlast, terwijl de voorste gedrukt worden.

Aan de mediale zijde komt achter den menisk een groot deel van de tibiavlakte vrij en lateraal is dit zoowel achter als buiten den menisk het geval.

Bij buigen gaat van den medialen menisk de voorste hoorn alleen achterwaarts en de caudale hoorn beweegt zich naar achteren en iets naar lateraal.

Van den lateralen menisk gaat de craniale hoorn ook naar achteren doch over eenen kleineren afstand dan mediaal.

Bij het gestrekte gewricht houdt het ligamentum femorale menisci lateralis den menisk tegen den lateralen condyl gesloten, waardoor hij iets van de tibia wordt opgelicht. Bij buiging wordt eerst de menisk naar achter en lateraal geschoven. Op de helft van de flexie verandert zijn richting naar achter mediaal. Hij maakt dus een boogvormige beweging. Op het laatst van de beweging gaan de beide menisci elkaar achter naderen.

In flexiepositie worden de achterste hoornen gedrukt en verbreed door de achterzijden der femurcondylen. De voorste hoornen zijn nu ontlast.

In strekpositie zijn de beide achterste banden van den lateralen menisk gespannen en deze verslappen bij de buiging. In het eerste geval wordt tevens de voorste gekruiste band gerekt en in het tweede geval de achterste gekruiste band.

De voorste hoornen vertoonen bij deze bewegingen een veel grootere beweeglijkheid dan bij het rund.

Nog iets van beteekenis gebeurt gedurende die beweging. We zien n.l. dat bij strekken van het gewricht de tibia eerst recht naar voren gaat, doch op het eind van de extensie ondergaat zij tevens eene rotatie binnenwaarts. Zoo roteert zij bij buiging iets buitenwaarts.

In bandpreparaten voelt men duidelijk, dat eene rotatie van de tibia om haar lengteas gemakkelijker geschiedt bij het gebogen gewricht dan bij het gestrekte.

In de normale positie, zien we bij binnenwaarts roteeren van den schenkel, dat de voorste hoorn van den medialen menisk naar voren gaat en de achterste naar voor en iets mediaal.

De voorste hoorn van den lateralen menisk beweegt zich naar achteren en de caudale hoorn naar achtermediaal.

Geschiedt de rotatie van den schenkel buitenwaarts, dan ziet men de voorste hoorn van den medialen menisk naar achteren gaan en de plantaire hoorn naar achterlateraal.

De voorste hoorn van den lateralen menisk gaat naar voren en de achterste naar lateraal-voor.

De menisci hebben de volgende nuttige werkingen:

1. Vormveranderlijke gewrichtsvlakten te vormen, overeenkomstig de eischen, die iedere stand stelt. Immers we hebben gezien, hoe ze bij de bewegingen van het gewricht in hun liggingsveranderingen afhankelijk zijn van de standen, die femur en tibia ten opzichte van elkaar innemen. Ook hun vorm wordt hierdoor beheerscht.
2. Drukverdeelers en schokbrekers te zijn, waardoor de spanning in de banden zooveel mogelijk gelijkmatig blijft en zooveel mogelijk over het gewricht blijft verdeeld.

   Deze eigenschappen danken ze aan hun elasticiteit, waardoor ze met een stootkussen zijn te vergelijken. Op iederen druk zullen ze met een vormverandering reageeren, waarbij hij naar alle zijden in de menisci gelijkmatig en geleidelijk wordt voortgeplant.
3. Hyperextensie tegen te gaan.

   Deze taak komt vooral op de voorste hoornen neer, waarop de einden van de femur condylenvlakten bij uiterste extensie stooten.
4. De wrijving op een bepaalde plaats te verminderen, doordat deze in haar geheel nu over twee oppervlakten verdeeld wordt. Zoo zal de som der wrijvingen niet verminderen, doch omdat de losse menisci het femur in zijn bewegingen over een afstand volgen, zal de aparte wrijving van het dijbeen op een bepaalde plaats der proximale

vlakte en die van den schenkel op de distale vlakte wel kleiner zijn dan wanneer beide beenderen direct met elkaar articuleerden.

5. Te verhinderen, dat de gewrichtskapsel ingeklemd wordt.
6. Zij vormen congruente gewrichtsvlakten, waardoor de zekerheid van beweging in het kniegewricht wint, maar tot zekere hoogte de beweeglijkheid wordt belemmerd, immers als beide niet congruente vlakten van femur en tibia in één punt articuleeren, zouden de mogelijkheden van beweging, geën rekening houdende met de banden, oneindig groot zijn; geen enkele zou echter op den duur voor den gang van het dier voldoende zekerheid bezitten.

In verband met het bovenstaande is het uit een oogpunt van vergelijkende anatomie interessant na te gaan, wat STRASSER ([48]) en FICK ([17]) daarvan meedeelen bij den mensch.

STRASSER zegt, dat de menisci ervoor dienen de gewrichtseinden ten opzichte van elkaar in den vereischten stand te houden, waardoor de bewegingen zekerder worden, iets wat VIRCHOW „Pfannenbildung" [1]) noemt.

Dit wordt echter ontkend. Met proeven, waarbij de menisci geëxstirpeerd waren, zou zijn gebleken, dat het karakter van de beweging tusschen femur en tibia niet veranderde.

Ook FICK laat zich in dien geest uit, hoewel hij toch erkent, dat na die operatie de buig- en strekbewegingen waggelende geschieden.

De rotatie om de lengteas zou typisch blijven, want de zekerheid in beweging wordt voldoende gewaarborgd door het contact tusschen de femur- en tibia condylen en door de aanwezigheid der gekruiste banden.

---

[1]) Ontleend aan STRASSER.

STRASSER twijfelt aan de waarde dezer waarnemingen, want de beweging moet, ondanks de bevestiging der gewrichtseinden door banden, minder zeker worden. Ook moeten volgens hem, op den duur diepgaande veranderingen plaats grijpen. Trouwens de menisk bestaat uit weefsel, dat resistent is tegen druk en trekking. Een veerende drukremming en overdracht moeten ze bewerkstelligen. STRASSER besluit, dat de verschillende plaatsveranderingen niet tot stand kunnen komen, zonder dat de menisci hun ligging erbij veranderen.

HENKE vond, volgens FICK, dat bij buiging en strekking de beweging geschiedt tusschen femur en de menisci + tibia en dat de beweging tusschen menisci en tibia veel onbelangrijker en van geen invloed is op de beweging van het femur en de tibia. Bij rotatie om de lengteas vindt de voornaamste beweging plaats tusschen de tibia eenerzijds en het femur en de menisci anderzijds.

Dit is bij het paard en het rund en hoewel minder duidelijk, ook bij den hond, alleen met den lateralen menisk het geval. De mediale menisk ligt losser ten opzichte van de beide beenderen en heeft de beweging zoowel tusschen het femur en menisk als tusschen deze en de tibia plaats.

Bij strekking van het kniegewricht van den mensch rust, volgens de beschrijvingen van STRASSER en FICK, het femur met den vlakkeren onderkant op de tibia, bij buiging met den ronderen achterkant daarop en moeten in het eerste geval de einden der menisci uit elkaar gedrukt worden, in het tweede geval naar elkaar toegaan.

Dit is zooals we gezien hebben bij de dieren anders.

Hier wordt immers bij buiging de achterste hoorn naar achter geschoven en tevens verbreed, zoodat de lengte van den menisk grooter wordt. Bij strekking wordt hij, ondanks het feit dat de ondervlakten der condylen minder rond zijn, verkort. In het eerste geval worden de hoornen uit elkaar gedreven, in het laatste naar elkaar

toe gebracht. HENKE nam waar, dat bij den mensch de achterste schenkels der menisci onbeweeglijk blijven en alleen de voorste zich bewegen.

Dit wordt door STRASSER en VIRCHOW tegengesproken. De eerste toonde aan in bandpreparaten, dat bij buiging de voorste schenkels niet geheel meegaan met het femur, vooral niet van den medialen menisk.

VIRCHOW bewees in bevroren preparaten onder normalen druk, dat bij strekking de menisci wel rondom met het femur in contact staan, achter niet door hem gedrukt worden.

Bij buiging zijn de voorste hoornen ontlast en het aanrakingsvlak van menisk en femur bestaat alleen uit een klein deel van den achtersten hoorn, welke naar achter geschoven is, wat voor zoover zijn verbinding het toelaat ook met den voorsten het geval is.

Het contact tusschen het femur en de tibia heeft slechts over een klein gedeelte plaats.

VIRCHOW merkt nog op, dat aan de laterale zijde het voorste deel van den menisk tot aan het einde der strekking, respect. buitenwaarts roteeren van de tibia, naar voren gedrongen wordt. Aan de mediale zijde daarentegen wordt bij strekking, respect. binnenwaarts draaien van den schenkel, de menisk zoo geklemd tusschen de gewrichtscondylen, dat hij vast op de tibia liggen blijft.

De lengterotatie geschiedt om een as door de tibia, die mediaal van het midden van het gewicht ligt. De femur condylen draaien om de tuberositas intercondyloidea, waarbij de mediale kleinere excursies maakt dan de laterale. De eerste beweegt zich slechts over eenen kleinen afstand voor- en achterwaarts met eene geringe zijwaartsche uitwijking.

Bij binnenwaarts draaien, waarbij de inwendige femurcondyl weinig naar voren gaat, wordt toch het midden van den medialen menisk duidelijk naar voren ge-

bracht. Gaat bij buitenwaarts draaien de laterale condyl naar voren, dan wordt ook de laterale menisk naar voren en buiten gebracht. Het midden en de achterste schenkel van den menisk worden dus bij rotatie om de lengteas sterker naar voren en achter gebracht door het femur dan bij buiging. De hoofdbeweging heeft alzoo plaats tusschen femur en menisci eenerzijds en tibia anderzijds. Dus lijkt het STRASSER juist om de menisci bij draaiing om de lengteas tot de gewrichtspan en als beweeglijk deel ervan te rekenen.

De ruimte onder de menisci als een bijzonder gewricht op te vatten is volgens hem eene overbodige complicatie.

Zooals we reeds gezegd hebben is dit bij dieren anders en moeten we vooral mediaal de ruimte tusschen tibia en menisk wel als een apart gewricht opvatten. Wel is waar zal, doordat deze gewrichtsafdeeling door eenen strafferen beursband wordt omgeven, de beweeglijkheid tusschen menisk en tibia minder zijn dan tusschen menisk en femur, doch reeds het grootte verschil tusschen de tibiagewrichtsvlakte en den menisk wijst erop, dat hierdoor in een verplaatsing van den laatste ten opzichte van de eerste wordt voorzien.

FICK wijst er op, dat ook bij den mensch de profiellijn van de femurcondylen uit twee cirkelsegmenten bestaat, waarvan het achterste eenen kleineren straal heeft dan het onderste.

Aan de omstandigheid, dat de collateraal banden excentrisch van beide cirkeldeelen zijn vastgehecht aan het dijbeen en dat de afstanden van hun insertiepunten naar de achtervlakte kleiner zijn dan die naar de ondervlakte van de condylen, schrijft FICK toe, dat de zijbanden bij buiging verslappen.

Hij hecht evenals STRASSER aan dit feit te veel waarde. Veeleer is de reden van de verslapping der zijbanden, dat het femorale insertiepunt boven en waarschijn-

lijk iets achter de horizontale draaiingsas gelegen is, waardoor bij buigen het aanhechtingspunt naar beneden draait en dichter bij het tibiale insertiepunt komt.

De omstandigheid, die FICK op den voorgrond stelt, maakt alleen deze verslapping nog erger. Hetzelfde hebben we bij den hond gezien.

Het is gelijk of men als STRASSER en FICK bij strekken en buigen van de knie het femur als onbeweeglijk beschouwt en alleen den schenkel laat bewegen of dat men het omgekeerde aanneemt.

We zien, dat bij den mensch en den hond rotatie om een lengteas mogelijk is bij buiging van de knie, terwijl bij het paard en het rund dit alleen in strekpositie kan plaats vinden.

Bij de laatsten is dus de knie, als het individu het lidmaat belast, gefixeerd.

EMBRYOLOGIE EN MICROSCOPISCHE ANATOMIE.

Onderzoekt men het achterbeen van een schaapsfetus van 16 m.M., dan vindt men den aanleg van tibia en femur als twee kraakbeen-kernen te midden van mesenchym.

De mesenchymcellen zijn stervormig, bezitten anastomoseerende uitloopers, terwijl het protoplasmadeel om de kern niet groot is. Bij den geleidelijken overgang tot kraakbeen verliezen deze cellen hare uitloopers, de cellichamen worden grooter, ronden zich evenals hun kernen af en gaan tegen elkaar liggen. Doch rondom iedere cel ontstaat eene dunne, zich met eosine rood kleurende cuticula, welke de grenzen vormt tusschen de cellichamen onderling. Dit stadium, dat we naar STUDNICKA het voorkraakbeenstadium zullen noemen, vormt den overgang van het mesenchym tot het eigenlijke kraakbeen, waaruit het centrum van den aanleg van femur en tibia bestaat.

Dit kraakbeen heeft denzelfden bouw als het voorkraakbeen en verschilt er alleen van doordat de celkapsels nu basophiel zijn geworden, terwijl ze ook hierbij de eenige celscheidingen vormen, aangezien er nog geen grondsubstantie gevormd is.

Het gewricht is nog gevuld met vulweefsel, dat uit mesenchym bestaat Terwijl de protoplasmauitloopers hierin acidophiel zijn, vult eene slijmige vloeistof de tusschenliggende mazen, zoodat de cellen te midden van eene hen omringende vloeistof komen te liggen. Deze laatste vertoont minder affiniteit tot zure kleurstoffen en is met haemaluin licht kleurbaar. Omtrent de wijze van ontstaan van deze vloeistof heeft men

verschillende voorstellingen gehad. Oorspronkelijk verklaarde men haar als secretieproduct, of ook als gevolg van de verslijming van het celprotoplasma, later werd ze als exoplasma opgevat. Deze massa beschouwt STUDNICKA (56) niet als dood, want later kunnen daarin nog fibrillen ontstaan.

Het zijn dus de mesenchymcellen, die voor de appositie van het eerste kraakbeen zorgen, waarbij ze zich dichter aaneen sluiten en de boven vermelde veranderingen vertoonen.

Bij een ouder fetus bijv. van een rund van 2½ c.M. is de kraakbeennaanleg van de ledematen reeds verder gevorderd en onderscheiden we aan de lange beenderen een diaphyse en epiphyse.

De mesenchymcellen vullen nog de gewrichtsruimte op. Tusschen de cellen in bevinden zich meer fibrillen dan in het jongere stadium.

Aan de oppervlakte van de kraakbeendeelen hangen de mesenchymcellen nog met uitloopers samen, doch de cellen gaan zich meer strekken in een richting evenwijdig aan het kraakbeenoppervlak. Ze gaan ten slotte weer op de te voren beschreven wijze via voorkraakbeen in kraakbeen over. Of er, voordat de acidophiele kapsel gevormd is, eerst een syncytium ontstaat, heb ik nooit kunnen waarnemen.

Nu geschiedt deze overgang tot kraakbeen aan de diaphyse abrupter dan aan de condylen, waar hij meer geleidelijk is.

Aan de diaphyse zien we, dat de strook, waarin de kraakbeencellen als een parenchym tegen elkaar gelegen zijn, veel smaller is, terwijl naar het midden van de beenas toe een basophiele, hyaline massa de kraakbeencellen gaat scheiden.

Dit vinden we aan de condylen eenigszins anders; hier neemt het deel, waarin de kraakbeencellen alleen door hare kapsels gescheiden zijn, eene veel grootere

breedte in en slechts in het midden is wat hyaline grondsubstantie aanwezig. Aan den rand van de condylen liggen de mesenchymcellen dichter tegen elkaar dan aan de oppervlakte van de diaphyse. Hierbij dient het volgende opgemerkt te worden. In coupes door de beenas gaande, treft men het vulweefsel tusschen de condylen over den grootsten afstand en blijkt, dat in het centrum dit mesenchym ijler is dan aan de periferie hiervan of aan de condylenoppervlakten. De karakteristieke stervorm van de mesenchymcellen gaat verloren; ze rekken zich wat, evenals de kernen en gaan met hare lengte-as evenwijdig aan de kraakbeenoppervlakten liggen. Aan de periferie liggen de cellen in eene zoodanige richting, dat klaarblijkelijk het mesenchym van condyl op condyl overslaat, wat ook gebeurt met het mesenchym aan de oppervlakten van diaphyse en epiphyse.

Kortom men krijgt den indruk alsof deze mesenchymcellen, gehoorzamende aan eene kracht vanuit het middelpunt van het gewricht geleidelijk naar de periferie toe gaande, naar alle zijden gaan uitwijken, waardoor eene teekening ontstaat, die we schematisch in fig. I voorstellen. Hierdoor komt het, dat aan de kraakbeenoppervlakte en aan de periferie van de toekomstige gewrichtsspleet de mesenchymcellen het dichtst bij elkaar gelegen zijn. In coupes meer naast de beenas genomen, doet zich het vulweefsel dan ook veel kompakter voor.

In preparaten van het kniegewricht van een schaapsfetus van 27 m.M., zien we nog duidelijker hoe het vulweefsel in het centrum ijler is geworden, terwijl de cellen meer gerekt zijn tot eenen spoelvorm, de kernen ovaal-langwerpig en de mazen tusschen de celuitloopers ook smaller zijn geworden,

In dit vulweefsel ontstaat de menisk als een ring, die naar den binnenrand uiterst dun, aan den omtrek dikker is. De eerste is vaster van bouw dan de laatste, die ge-

leidelijk in het losse periarticulaire mesenchym overgaat.

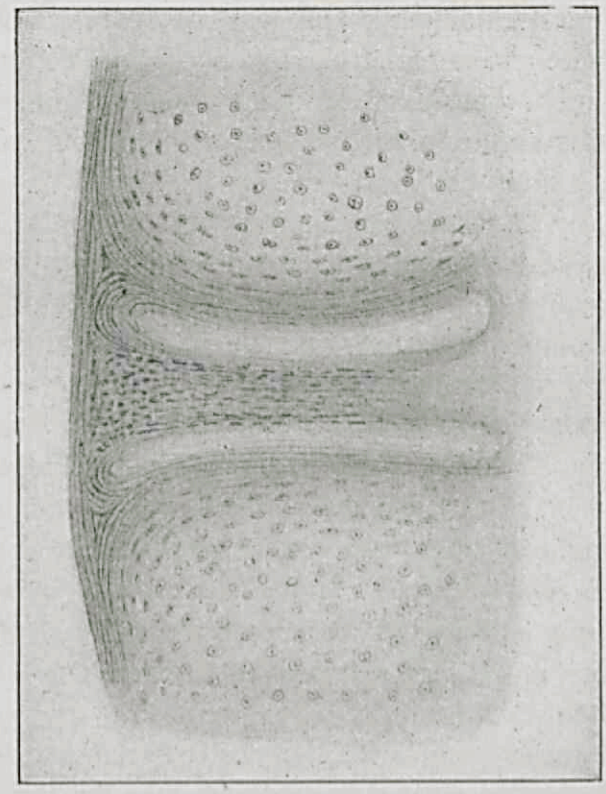


Fig. 1.

In het vulweefsel is eene concentrische plaatsing der cellenuitloopers en fibrillen te constateeren, die evenwijdig aan de kraakbeenuiteinden zijn gelegen. Dit laatste is ook waar te nemen tegen den aanleg van den menisk.

Tot nu toe gold vrij algemeen, dat de menisk een overblijfsel was van het interarticulaire mesenchym. Terecht is hier door KAZZANDER tegen opgekomen, aangezien kan worden aangetoond, dat door verdichting en vermeerdering van cellen in het vulweefsel de aanleg

van den menisk ontstaat. Hij is dus eene zelfstandige vorming op de basis van het vulweefsel. Evenals dit laatste vertoont hij eene concentrische rangschikking zijner elementen, zooals aan perifere en meer centrale doorsneden gemakkelijk kan worden bewezen. Aan de eerste liggen in het midden cellen en fibrillen in evenwijdige rijen, meer naar de zijden worden ze dwars getroffen. Centrale doorsneden vertoonen niets anders dan dwars getroffen cellen en vezelen.

Reeds nu kan in algemeene trekken een concentrische bouw worden waargenomen, die bij den volwassen menisk aanwezig is, al mag men nu natuurlijk nog geenszins die krachten aannemen, die dan op hem werken. Waar bij de gewrichten van de lagere gewervelde dieren een dergelijke bouw van de fibrillaire tusschenzone gevonden wordt, is de opmerking mogelijkerwijs niet misplaatst, dat ontogenetisch en misschien ook phylogenetisch reeds een concentrische bouw van den menisk is vastgelegd.

Er is nog geen gewrichtsspleet aanwezig in dit stadium, doch in het ijler worden van het vulweefsel vinden we toch een begin ervan.

In dit losse mesenchym worden tusschen de cellen in puntjes en korreltjes aangetroffen, welke doen denken aan gestolde druppeltjes met eosine zich kleurend. Hierbij dient men toch te denken, dat ze afkomstig kunnen zijn van de weefselvloeistof, welke steeds tusschen de cellen aanwezig is hoewel, zooals reeds gezegd is, deze minder affiniteit tot eosine heeft.

Meerdere deelen van het kniegewricht ontstaan, b.v. de patella als eene verdikking in den rechten band, die reeds te onderkennen is.

De gekruiste banden ontstaan ook als celophoogingen in het losse vulweefsel en vormen strengen tusschen femur en tibia. De cellichamen en kernen zijn in de lengte sterk gerekt en loopen met hunne lengteas in de rich-

ting van de bandjes. Ze geven onderling anastomosen af, doch de mazen van het aldus gevormde netwerk zijn eveneens zeer in de lengte uitgerekt.

Ook deze banden zijn geen uitgespaarde deelen van het vulweefsel, doch wel degelijk woekeringen daarin, want het vulweefsel is te gering om menisk, banden en mesochondrium te vormen, ofschoon appositie van de zijde van dit mesenchym niet uit te sluiten is, hoewel ze van geen beteekenis is. Deze elementen treden reeds op voor dat eene gewrichtsspleet aanwezig is.

In aanleg zijn ze dezelfde, zoowel wat hun wijze van ontstaan als hun weefsel betreft.

Het mesochondrium vormt eene laag spoelvormige mesenchymcellen tegen het kraakbeenoppervlak, die perifeer in het perichondrium van de epi- en diaphyse overgaan. Naar de diepte toe zorgt ze voor de appositie van het kraakbeen van den condyl.

In het perichondrium worden capillairen aangetroffen, evenals in het periarticulaire vulweefsel onder de rechte patellaire banden en in de ijle mesenchymrest rondom de gekruiste banden.

In een runderfetus van3½ c.M. is het vulweefsel nog ijler geworden. Verschillende vooruitgangen in de ontwikkeling van kraakbeen, banden en menisk zijn te zien. De condylen zijn meer omlijnd en ook de menisk is duidelijker gevormd, waarbij eene geringe appositie van vulweefsel vooral aan den centralen rand het beste te zien is. Een sterker fibrillaire bouw van den menisk is waar te nemen, terwijl de rechte- en gekruiste bandjes vaster zijn geworden.

Tevens heeft de femur-epiphyse haren definitieven vorm reeds aangelegd d.w.z. de twee gewrichtscondylen met de fossa intercondyloidea daartusschen, terwijl op de tegenovergestelde plaats op het tibiahoofd de eminentia intercondyloidea reeds bestaat. Hierdoor is het

kniegewricht in tweeën gedeeld en tusschen elk gewricht in ziet men bij transversale coupe de wigvormige doorsnede van een menisk geplaatst.

Daar nu het vulweefsel op de plaatsen van het innigste contact tusschen beide gewrichtsoppervlakten, zoo ijl is geworden, dat de gewrichtsspleet zich gaat vormen, ziet men deze dan ook ontstaan als eene smalle ruimte in het vulweefsel tusschen elken femurcondyl en menisk.

Tusschen menisk en tibia is nog het vulweefsel intact, evenals in de fossa intercondyloidea.

Op verschillende plaatsen vertoont het mesenchym een verschillend karakter; waar het als mesochondrium zich tegen de kraakbeenoppervlakte legt, is het evenals het perichondrium tot spoelvormige cellen geworden; in de fossa intercondyloidea, zoowel als in het periarticulaire weefsel heeft het zijn stervormige cellen behouden. Het perichondrium slaat via den menisk van femur op tibia over.

Nu we in dit stadium den aanleg zoowel van menisk als van gewrichtsspleet zien, zullen we in verband met de literatuur nagaan, hoe wij de vorming van den eerste en het ontstaan van de tweede moeten beschouwen.

HAGEN TORN ([21]) vindt, dat de menisk en gekruiste banden zijn op te vatten als deelen, die bij de vervloeiing van het vulweefsel zijn uitgespaard. Deze meening is de meest gangbare.

LUSCHKA (ontleend aan HAGEN TORN) meent, dat de menisk zich vormt als een secundaire capsulaire aanleg.

KAZZANDER [1]) ziet echter, volgens HAGEN TORN, dat de menisk als een donkere celophooging in het vulweefsel reeds in aangelegd, voordat een continuiteits-stoornis hiervan ontstaan is.

---

[1]) In originale. G. KAZZANDER: Sullo svilluppo dell' articulazione del ginocchio:
Monat. Zoöl. Ital, Vol. 5. 1894, niet voor mij bereikbaar.

Hierbij sluit ik mij volkomen aan; en hetzelfde is ook te zeggen van de gekruiste banden, welke volgens KAZZANDER later vrij plotseling ontstaan. De aanleg hiervan is volgens hem bijna niet te onderscheiden van de cellen van de chondrogene laag, slechts is ze wat vaster van bouw. Dit is zoo, als men bedenkt, dat de chondrogene laag uit langwerpige cellen bestaat en de einden van de gekruiste banden er mede versmelten.

Ook KOELLIKER [1]) neemt aan, dat de menisk reeds in het vulweefsel aanwezig is

Door de aanwezigheid van den menisk kan volgens hem het mesenchym niet door de naar elkaar toe groeiende kraakbeenoppervlakten uiteengedreven worden, wat bij andere gewrichten wel het geval is.

De meening van LUSCHKA moet ik verwerpen, aangezien ik den menisk zie ontstaan op een tijdstip, dat de gewrichtskapsel nog niet is gevormd; dit laatste wordt wel door de opvatting van SCHULIN (66) tegengesproken volgens welke de gewrichtsholte en bandschijven later ontstaan dan de gewrichtskapsel. Doch dit is in strijd met mijn waarnemingen.

Omtrent de gewrichtsvorming deelt HAGEN-TORN mede, dat hij twee soorten perichondrium onderscheidt, n.l. een vaatloos en een vaathoudend. Het eerste komt voor op plaatsen waar gewrichtseinden het innigst contact hebben, het tweede waar ze verder van elkaar verwijderd zijn. Bij het kniegewricht heeft men beide. Het vaatlooze tusschen de gewrichtseinden in en daarom wel mesochondrium geheeten, gaat in dikte achteruit, doordat cellen ervan tot appositie van het kraakbeen dienen.

HAGEN-TORN ziet hoe deze laag in het midden lichter wordt en de cellen minder scherp geteekend zijn. Hij neemt aan, dat een deel van de cellen vervloeit en de

---

[1]) Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen 1879.

eerste synovia levert, terwijl een ander deel voor de kraakbeenapposítie zorgt.

De plaats van de lichte zone is daar, waar het innigst contact tusschen de kraakbeenoppervlakten heerscht. Dit komt zoo veelvuldig voor, dat hij geen bezwaar vindt de mogelijkheid van den groeidruk van de gewrichtseinden als oorzaak aan te nemen. Deze zal tevens het naar binnen groeien van de bloedvaten in het mesochondrium verhinderen. Hij vestigt ook de aandacht erop, dat aan den invloed van de bloedvaten op de gewrichtsvorming te weinig waarde wordt gehecht. Doch ook erfelijkheid en mechanische invloeden moeten meewerken.

Ook LUSCHKA gelooft aan eene vervloeiing van cellen van het tusschenweefsel, waar de gewrichtsspleet gaat optreden, beginnende in het midden en zich perifeer uitbreidende.

Hierbij gaan de cellen weer lichter en grooter worden en de vervloeide inhoud van de cel zou door den niet gelaideerden wand ervan naar buiten treden en ligt dan als druppels daarnaast.

Ik vind deze vervloeiing van cellen hoogst twijfelachtig tenminste in die mate, dat daardoor eene gewrichtsspleet zou gevormd worden. Wel is waar, zie ik aan enkele cellen eene verandering als minder kleurbaarheid van cellichaam en kern, en deze laatste verkeert weleens in schizis, maar dit strekt zich over zoo'n gering aantal cellen uit, dat ik niet kan aannemen, dat het een factor van beteekenis is voor het ontstaan van een spleet. Ook heb ik wel in die beginnende gewrichtsruimte kleine korrels of druppels aangetroffen, doch vind hierin geen aanleiding dezen te beschouwen als vervloeide cellen.

Wel zie ik steeds de gewrichtsspleet ontstaan op de plaatsen van het innigste contact tusschen de gewrichtsoppervlakten

HAGEN-TORN oppert evenals HULT-KRANZ de mogelijkheid, dat de groeidruk hiervan de reden zou zijn.

Hiertegen kan het volgende worden aangevoerd. Ofschoon de kraakbeenkernen eerst op eenigen afstand van elkaar gevormd worden en zij bij de verdere ontwikkeling van de gewrichten elkaar naderen, moet men toch niet vergeten, dat de geheele beenaanleg tevens in de lengte groeit en er van eenen eenvoudigen groeidruk niet te spreken valt. Bovendien is reeds op de circulaire rangschikking van het vulweefsel gewezen, waarbij dit naar de kraakbeenderen en de periferie toe uitwijkt. Nemen we de groeikracht als eenen factor aan, dan zou dus dit vulweefsel uitwijken tegen die groeikracht in.

Dat de bloedvaten aan de gewrichtsspleetvorming meedoen, kan ik evenmin onderschrijven, daar juist het mesochondrium vaatloos is. Slechts bij uizondering is waargenomen, dat enkele capillairen hierin dringen. Van een leucocythose is dus geen sprake.

BERNAYS ([3]) meent, dat de oorzaak moet worden gezocht in een eenvoudige scheiding tusschen de kraakbeeneinden, waartusschen dan geen vulweefsel meer voorhanden is, terwijl mechanische invloeden het proces voltooien.

HAGEN-TORN wijst erop, dat dit begrip van dehiscentie een geweldadige continuiteitsstoornis inhoudt, waarvan hier geen sprake kan wezen. Verder gaan de kraakbeendeelen zich niet van elkaar verwijderen, doch naderen elkander

BRUCH [1]) denkt zich de gewrichtsspleet ontstaan eenvoudig door uitwijken van het overgebleven niet meer tot groei van het kraakbeen noodig zijnde vulweefsel, zoodat het kraakbeen onbedekt is.

---

[1]) Beiträge zur Entwickelung des Knochensystems. Neue Denkschr. der Schweiz. Gesellsch. für die ges. Naturwissensch. Bnd. 12. 1852.

Ik zie echter juist, hoe dat uitwijkende weefsel voor een groot deel tot mesochondrium wordt.

KÖLLIKER [1]) zoekt de oorzaak van dit uiteenwijken in den groeidruk, waarbij de naar elkaar toe groeiende kraakbeenoppervlakten ten slotte elkaar raken. Hierbij komt aan de periferie eene voortgezette vervloeiing, welke aan gewrichten met tusschenschijven, b.v. de knie als eenige factor optreedt; ook mechanische invloeden van de omgeving, als spieren en banden, spelen eene voorname rol.

Of echter die vervloeiing bij het ontstaan van de gewrichtsspleet zelf van bijzonderen invloed is, vindt hij eene vraag en rekent halfgewrichten, waarbij zoo iets plaats grijpt, niet hieronder.

Ik sluit mij bij KAZZANDER aan, die beweert, dat op de werking van spieren en banden in dit stadium niet gerekend kan worden. De spieren n.l. zijn pas in haar eersten aanleg, de cellen vormen nog zeer ijl geplaatste vezels, waarin nog geen dwarsstreeping is waar te nemen. Ook de mechanische kracht van banden is uiterst gering.

Aan eene mechanische oorzaak gelooft ook HENKE (67) en voert ter verdediging van zijne opvatting aan, dat eene gewrichtsholte het eerst optreedt aan het femoro-patellaire gewricht als zijnde het meest beweeglijke en dat de spleetvorming door druk en tractie wordt ingeleid en verder uitgevoerd.

De synovia dient ter gelijkmatige verdeeling van den druk, waardoor er geen scheuren ontstaan en zich geen extravasaten vormen, die er het gevolg van moesten zijn.

Wel vind ik in mijne preparaten, dat het femoro-patellaire gewricht zich sneller ontwikkelt dan de kniegewrichtsspleet, doch het is later ontstaan dan deze. Al-

---

[1]) l. c.

leen de synovia als een apart element heb ik niet aangetroffen en ik denk eerder, dat deze door de het weefsel doordrenkende vloeistof wordt vertegenwoordigd in dit stadium en dat deze als „drukverdeeler" optreedt, is natuurlijk.

Tot dusver hebben de genoemde auteurs dit gemeen, dat ze de gewrichtsholte in het centrum van het vulweefsel zien ontstaan, waarna zich die holte perifeerwaarts uitbreidt. Ook is het mogelijk, dat in het losse weefsel meerdere kleine ruimten ontstaan, die samenvloeien tot de eigenlijke gewrichtsspleet.

Hiervan wijken RETTERER ([68]) en SCHULIN ([66]) in zooverre af, dat ze de gewrichtsholte juist het eerst perifeer zagen ontstaan, waarna zij zich naar het centrum voortzet. SCHULIN geeft zuiver locale, mechanische en physiologische oorzaken hiervan op. RETTERER ontkent eene vervloeiing van cellen hierbij, maar ziet eene productie van slijmcellen, waardoor de binnenste lagen van het vulweefsel veranderen in een uit stervormige cellen samengestelde massa. De ruimten tusschen de cellen verdwijnen, terwijl de cellen met hare uitloopers verloren gaan.

Er ontstaat eene ruimte, niet door beweging maar door overerving. Een mechanische invloed is hier uitgesloten, aangezien gedurende den tijd van insmelting het gewricht door weeke deelen is omsloten.

Mijn bevindingen over het ontstaan van de gewrichtsholte blijken niet in overeenstemming te zijn met de verschillende uit de literatuur aangehaalde oorzaken hiervan; mij lijkt overerving waarop RETTERER den nadruk legt de meest verdedigbare opvatting.

Hetgeen bij de vorming van het gewricht gebeurt, is een herhaling van hetgeen bij de phylogenie der gewrichten kan worden waargenomen. Bovendien is de rangschikking der samenstellende elementen een zoodanige, dat ze beantwoordt aan de eischen, die tijdens

het leven worden gesteld, maar gedurende de ontwikkeling nog niet zijn waar te nemen. Factoren van erfelijkheid spelen m.i. dan ook de voornaamste rol, al moet dadelijk worden toegegeven, dat deze factoren tot nu toe terra incognita zijn.

In de knie van een runderfetus van 3½ c.M. heeft de gewrichtsholte zich meer uitgebreid. Op de scherper omschreven condylen van femur en tibia is de mesochondrale laag dunner geworden, doordat de diepst gelegen cellen hiervan in kraakbeencellen zijn overgegaan.

Het eigenlijke vulweefsel heeft zich beperkt tot de fossa intercondyloidea, waar het ijl is geworden en capillairen inhoudt, die kernhoudende bloedlichamen bevatten. Door dit losse vulweefsel is de gewrichtsspleet centraal niet zoo scherp begrensd als perifeer, waar het periarticulaire weefsel haar afsluit.

Het mesenchym in de fossa intercondyloidea vertoont geen celverval, dus het ijler worden hiervan, waarbij de cellen verder van elkaar komen te liggen en met lange uitloopers verbonden blijven, is niet het gevolg van het te gronde gaan zijner cellen, doch van den overgang ervan in kraakbeen. Ook aan de binnenzijde van de femurcondylen gaat het vulweefsel zich tegen de kraakbeenoppervlakte leggen tot een zeer los perichondrium, waarvan de cellen minder spoelvormig worden en ook niet een compacte laag vormen. Ook aan de gekruiste bandjes geeft het een weinig van zijn cellen af.

Dit vulweefsel staat voor en achter in direct verband met het periarticulaire mesenchym, waarin ook kleine bloedvaten loopen, zoodat iedere condyl door een vaathoudend weefsel is omsloten.

De hoornen van den menisk staan nog in verbinding met dit mesenchym, waarin ook de kleine ligamenta tibiae-menisci en femorale-menisci ontstaan. Deze band-

jes bezitten reeds eenen vasten bouw en de cellen erin zijn langwerpig en in de lengterichting gerangschikt. Bij hunne aanhechting aan femur en tibia gaan de fibrillen zich mengen onder die van het perichondrium en vormen zoo eenen geleidelijken overgang. Aan het andere einde versmelten ze op dezelfde wijze met den menisk.

De menisk zelf is duidelijk in volume toegenomen. Hij gaat aan zijne periferie over in het periarticulaire mesenchym. Het perichondrium van het einde van het femur slaat via den menisk over op de tibia. Ook de collaterale banden zijn met den perifeeren rand van den menisk verbonden. Ze hebben denzelfden bouw als de rechte patellaire banden, die ook aangelegd zijn, en als de ligamenta cruciata n.l. de cellen ervan zijn zeer in de lengte gerekt; de cellichamen eindigen aan weerskanten in een aantal fibrillen, welke anostomoseeren met die van andere cellen, waarbij een compact geheel ontstaat. Hun bouw is echter niet zoo vast als die van den menisk.

Een runderfetus van 4.3 c.M. lengte vertoont in de ontwikkeling van de knie reeds den te verkrijgen vorm hiervan. De gewrichtsvlakte van de tibia is niet meer convex als vroeger, maar heeft zich afgeplat. De eminentia intercondyloidea tibiae verheft zich in de fossa intercondyloidea femoris.

De menisk is tot zijne periferie vaster van bouw geworden. Tevens zijn de cellichamen hiervan in grootte toegenomen. In het celprotoplasma is in de lengterichting der cellen eene fibrillaire teekening ontstaan, die zich aan de einden hiervan in een aantal fibrillen oplost, die weer anastomoseeren met die der volgende cellen. Doch ook zijwaarts geven ze onderling anastomosen af, zooals blijkt uit dwarsdoorsneden. Dan doet de kern zich als eene kleine ronde en donker ge-

kleurde figuur voor, terwijl ze in overlangsche coupe langwerpig-ovaal en lichter getingeerd is. Het cellichaam bezit op dwarscoupe weinig protoplasma om de kern, men vindt er fijne uitloopers, die anastomoseerende een netwerk vormen.

De celrijkdom is vergeleken bij dien van het jongere stadium vrijwel dezelfde gebleken.

De oppervlakte van den menisk is aan de femurzijde concaaf, aan de tibiazijde vlak, overeenkomstig het negatief van den vorm, dien de condylen hebben verkregen.

In de gewrichtsspleet steekt het oorspronkelijke vulweefsel, dat voor een klein gedeelte zich tegen den menisk heeft aangelegd en voor de rest mesochondrium is geworden, met eenige smalle brides tusschen femur en menisk over, waardoor de oppervlakte van laatstgenoemde niet glad is doch eenigszins oneffen.

Hetzelfde wat van de cellen van den menisk is gezegd, is ook aan die van de gezamenlijke banden van de knie te zien, want ook hier zijn ze tot bindweefselcellen geworden.

Bij een runderfetus van 53 m.M. is het vulweefsel nog slechts tot de fossa intercondyloidea beperkt, waar het nog ijler is geworden. Het capillairnet erin is uitgebreider. Nog steeds voegen zich cellen van dit vulweefsel aan het kraakbeen, waarbij ze helpen een perichondrium in stand te houden.

De menisk is weer vaster van bouw geworden en is hierin de banden vooruit.

Het celrijkste is hij aan de oppervlakte en aan den centralen rand, waarschijnlijk daar daar de breedte- en diktegroei en hier de breedtegroei het sterkst zijn, want de binnenrand strekt zich steeds meer naar het centrum van het gewricht uit.

Op dwarsdoorsnede vooral blijkt de centrale rand van

den menisk cellen te bezitten, die niet langwerpig zijn, doch meer onregelmatig vertakt en waarvan de kernen ook grooter en ronder zijn. Wellicht vindt dit zijne oorzaak hierin, dat dit gedeelte pas later ontstaat, als eene centrale woekering, terwijl de perifere deelen zijn gebouwd op een systeem van circulair gelegen cellen.

De randen van den menisk zijn scherper doordat de brides ontbreken, terwijl de periferie capillairen bevat, die vanuit het periarticulaire mesenchym er indringen; deze zijn echter slechts over eenen kleinen afstand te volgen.

Zooals vermeld, hebben zich de cellen van den menisk en die van de banden tot bindweefselcellen ontwikkeld. De wijze, waarop de bindweefselcel hare fibrillen vormt is in dit weefsel van compacten bouw niet waar te nemen. Wel heeft men eene overlangsche fibrillaire teekening in de cellichamen en later naast de cellen dunne bindweefselvezeltjes, welke evenwijdig aan het cellichaam liggen. Een overzicht van de hieromtrent bestaande theorieën volgt in het kort hieronder.

In hoofdzaak kan men ze in twee groepen verdeelen:

1. de intracellulaire wijze van ontstaan;
2. de intercellulaire wijze van ontstaan.

SCHWANN [1]) was de eerste die aangaf, dat de cellen zelf de fibrillen vormen. De langwerpige bindweefselcellen eindigen in twee of meer uitloopers, die eerst vezelig worden, waarna het fibrillair worden van het cellichaam naar de kern toe voortschrijdt. De kern met eene kleine protoplasmarest blijft over.

ROLLET, MAX SCHULTZE en BOLL stelden deze cellulaire theorie op vastere basis. (FLEMMING).

FLEMMING ([18]) gelukte het in het protoplasma fibrillen te onderscheiden, welke bij kleuring indentiek bleken aan de intercellulaire fibrillen en twijfelde er niet meer aan

---

[1]) Uit FLEMMING.

of deze zouden uit het protoplasma zelf ontstaan en wel uit eene verandering van zijne draadstructuur, welke ook aan de oppervlakte optreden zou.

REINKE ([35]) bevestigde FLEMMINGS onderzoekingen, doch kon de extracellulaire groei van de fibrillen niet verklaren.

FLEMMING zelf neemt evenals HANSEN ([23]) hieromtrent aan, dat ze komen te liggen in een exoplasma, dat volgens hen levend is, als zijnde een tot de cel behoorend territoir.

Nauw verwand aan de theorie van FLEMMING, staat die van MEVES ([29]) en zijne school, die in de plastosomen van de cel de plaatsen ziet waar de fibrillen gevormd worden.

Door ROMEIS ([38]) en in een kortelings verschenen artikel van FREDERIKSE ([19]) worden de uitkomsten van MEVES verdedigd.

Naast de intracellulaire ontwikkeling van fibrillen vermeldt HANSEN eene ectoplasmatische. Om bindweefselcellen zag hij een lichtbrekend ectoplasma ontstaan, waarbinnen het endoplasma gelegen is. Het ectoplasma zorgt uitsluitend voor de fibrillenvorming. Deze opvatting huldigen ook STUDNICKA, ([52 e. v.]) MOLL en GALLOWINSKY.

Lijnrecht tegenover deze theorie staat die der intercellulaire vorming.

HENLE ([69]) dacht, dat de fibrillen ontstaan direct uit eene reeds aanwezige homogene intercellulaire stof.

DONDERS, ([75]) RANVIER en KÖLLIKER, welke laatste eerst de meening der intracellulaire vorming was toegedaan, stellen zich op hetzelfde standpunt.

Anderen, vooral BIEDERMANN ([4]) bijv. denken, dat de collagene vezels een secretieproduct zijn. Hij beweert, dat de fibrillen wel dicht aan de oppervlakte van de cel ontstaan, maar in een oorspronkelijk homogeen colloidaal secretum door een proces,

dat de grootste overeenkomst heeft met uitscheiding van fibrinedraden uit het bloedplasma bij stolling. De groei van cellooze bindweefsellagen wordt verklaard door eene voortdurende doordrenking ervan met eene collagene oplossing, geleverd door cellen uit eene andere laag en de fibrillen ontstaan hierin onder invloed van bepaalde werkingen als drukking, trekking en andere krachten.

Von EBNER [1]) toonde proefondervindelijk de mogelijkheid hiervan aan door een colloid onder een druk- of trekwerking te laten stollen in alcohol en de fibrillen, waarin dit colloid uiteen viel, lagen in overeenkomstige richting met de inwerkende kracht. Op deze wijze zouden ook bindweefselfibrillen ontstaan. De cellen zouden hierbij niet de plaats en den vorm van de fibrillen bepalen, doch veeleer zou het omgekeerde plaats hebben

PEKELHARING ([33]) gelooft ook aan een afscheiding. In de oppervlakkige laag van de cel worden fibrillen gevormd in de richting der uitloopers. Eerst liggen de fibrillen in het protoplasma, later er buiten. Er wordt dus cytoplasma verbruikt, waardoor men in een volwassen weefsel van de cellen slechts dunne plaatjes terugvindt. Of er hierbij cellen in haar geheel verdwijnen is volgens PEKELHARING niet uitgemaakt.

De jonge bindweefselcel scheidt eene stof af, rijk aan mucine of de moederstof hiervan, waaruit de collagene fibrillen gevormd worden. Daar collageen eene eenvoudiger samenstelling heeft dan peesmucine, is het eerste dus een product van ontleding en niet van synthese.

Onder invloed van andere afscheidingsproducten van de cel groeien de fibrillen onderhouden door de mucine verder. Hoe en waardoor fibrillen gevormd worden is PEKELHARING onbekend. Over de plaats, waar de colla-

---

[1]) Uit BIEDERMANN.

gene vezels ontstaan, is men het vrijwel eens; ze vormen zich n.l. aan de oppervlakte of aan de buitenste lagen van het cellichaam.

In het kniegewricht van een runderfetus van 62 m.M. heeft het vulweefsel zich nog meer beperkt tusschen de condylen van het femur in, terwijl de gewrichtsspleet zich nu meer centraal uitbreidt dan de menisk.

De cellen van den menisk zijn in het midden het meest gerekt. Perifeer hebben ze nog eene meer spoelvormige gedaante en in het centrale deel zijn ze onregelmatig stervormig.

De lange cellen gaan reeds op rijen liggen. De fibrillaire teekening wordt duidelijker waar te nemen. Hare uiteinden lossen zich in een aantal fibrillen op. Buiten het celprotoplasma, dicht tegen de oppervlakte, komen, evenwijdig aan de lengteas van de cellen, meerdere vezels te liggen. Protoplasmauitloopers anastomoseeren onderling, wat blijkt uit de beelden van dwars getroffen cellen, waarbij ze uitgaan van een zeer smal protoplasmastrookje om de kern.

Door den grooten celrijkdom is de grondsubstantie zoowel van den menisk als van de banden slecht te bestudeeren.

Dat bij de ontwikkeling van de mesenchymcel tot bindweefselcel de eerste grooter wordt, is waar te nemen door vergelijking met jongere stadia b.v. het kniegewricht van een schaapsfetus van 45 m.M. vergeleken met dat van een van 27 m.M.: de celanastomosen worden breeder en krijgen fibrillaire teekeningen, terwijl de kernen langer worden evenals het cellichaam.

In de losse vulweefselrest en in het periarticulaire weefsel bevindt zich nog tusschen de cellen in een gestolte vloeistofmassa.

In ontwikkelingsstadium sluit de knie van een varkensfetus van 53 m.M. bij de vorige aan.

De menisk heeft eene fibrillaire grondsubstantie. In het lossere bindweefsel, in de perifere deelen, waar de cellichamen niet zoo lang zijn, is eene fibrillaire teekening te ontdekken, nu evenwel in den vorm van een netwerk. In de langwerpige cellen in het midden van den menisk ontstaan de vezels in de lengterichting vrijwel evenwijdig aan elkaar.

De menisk wordt bedekt door breede platte cellen in een enkelvoudige of dubbele laag evenwijdig aan de oppervlakte gelegen; op dwarse, zoowel als op lengtecoupe blijken ze eene biconvexe gedaante te bezitten evenals hare kernen en hangen ze met korte uitloopers samen.

Verder ontmoet men in den menisk nog grootere, ronde kernen, waaromheen een klein stervormig cellichaam ligt en die in vorm dus afwijken van de gewone cellen. Ze zijn gering in aantal.

De gewrichtsspleet heeft zich nog niet geheel tot aan de gewrichtskapsel uitgebreid en hangt aan de periferie nog met het mesochondrium samen. Men ziet nog niet de platte cellen aan de oppervlakte van den menisk. Zoo gauw de gewrichtsspleet echter aanwezig is, treft men ze aan. Dit wijst op een druk, welke hen afplat. Aan de periferie en aan het centrum waar de gewrichtsspleet smaller is, ziet men resten van eene gecoäguleerde vloeistof aan de fibrillen van het aangrenzende weefsel liggen. Waar de gewrichtsspleet breeder wordt, is hiervan niets te zien. Doch deze vloeistof zal ook daar wel aanwezig geweest zijn. Ook in het lossere weefsel rondom den menisk treft men ze aan.

Daar, waar de gewrichtsruimte nog niet geheel gevormd is, kan men toch beelden waarnemen, die op eene dégeneratie van cellen wijzen bijv. waar perifeer de menisk nog met de mesochondrale laag verbonden is door een rest van het vulweefsel, dat eene geleidelijke

overgang tusschen beide vormt. Hier komen cellen voor met mindere kleurbaarheid en gerafelde contouren, terwijl het cellichaam zich als een netwerk kan voordoen door een groot aantal vacuolen. Of deze laatste als zoodanig reeds bestonden of dat door de behandeling van het weefsel eventueel daar gelegen vetkorrels zijn opgelost, is niet te beslissen. De kernen van deze cellen verkeeren in lysis; soms zijn ze er bij opgezwollen; geen rhexis is te zien.

In den omtrek van deze cellen komen zich met eosine kleurende korrels of druppels voor.

Blijkbaar taaie vloeistofdraden verbinden de wanden van de gewrichtsspleet, terwijl hierin ook losgeraakte cellen gevonden worden van het boven beschreven voorkomen. Van sommige cellen treft men een gerafeld en gevacuoliseerd lichaam aan met eene nog goed kleurbare kern. Hier is eene celdegeneratie aan een kernverval vooraf gegaan. Geen typische slijmcellen heb ik aangetroffen.

Hierbij zij er nogmaals op gewezen, dat het aantal van zulke celdegeneraties gering is en ze niet over den geheelen afstand van de gewrichtsspleet voorkomen.

Wel lijkt de vloeistof in de gewrichtsholte taaier dan die, waarin de mesenchymcellen gelegen zijn; gene is n.l. gedurende de stolling over grooteren afstand tot draden uitgetrokken, terwijl deze door de fixatie zich tegen de celuitloopers en fibrillen aanlegt.

Als bezwaar tegen de opvatting, volgens welke de gewrichtsspleet door vervloeiing van cellen zou ontstaan, herhaal ik, dat hiervoor het aantal verslijmde of vervloeide cellen te klein is tijdens het ijler worden van het vulweefsel en dat, wanneer men deze celdegeneraties aantreft de continuiteitsstoornis reeds tot stand gekomen is. Het lijkt mij onjuist hier eene overwegende beteekenis aan te hechten

In een runderfetus van 70 m.M. treft men in het perichondrium aan de binnenzijde van de femurcondylen capillairen aan, die natuurlijk stammen van de bloedvaten in de fossa intercondyloidea.

Het steeds dunner wordende mesochondrium van de gewrichtsvlakten blijft echter vaatloos

De menisk is weer dikker geworden, hij heeft echter vrijwel denzelfden celrijkdom behouden. De fibrillen van de grondsubstantie versmelten aan het eind met andere, waardoor ze zich over meerdere cellengten gaan uitstrekken. Ze loopen evenals de cellen in circulaire richting. De periarticulaire vaten geven capillairen in den menisk af; waarschijnlijk heeft de proliferatie een zoodanige omvang gekregen, dat de vroegere wijze van voeding d.i. door imbibitie niet meer voldoende is en vaten deze taak moeten overnemen.

Het vulweefsel in de fossa intercondyloidea gaat, in de kniegewrichten van een runderfetus van 80 m.M., van een schaapsfetus van 73 m.M. en van een kattenfetus van 60 m.M., waarin de ontwikkeling een ongeveer gelijke hoogte bereikt heeft, tegen de vaatwanden aanliggen, condenseert zich a.h.w. op deze plaatsen.

Bij het schaap is dit vulweefsel tot bindweefsel geworden, waarbij de cellen grooter zijn in vergelijking met het 45 m.M. groote fetus van hetzelfde dier en fibrillen hebben gevormd. Ook bij de kat is het in bindweefsel overgegaan evenals het periarticulaire weefsel. Doch het rund, waarbij dit stadium een jongere ontwikkelingsphase voorstelt, bezit nog mesenchymcellen, die niets van de oorspronkelijk daargelegene afwijken, maar alleen een meerdere ijlheid vertoonen in de fossa intercondyloidea.

De menisk gelijkt zeer veel in bouw op de banden.

Terwijl de eerste een vastere structuur bezit dan de laatste, hebben deze langere cellen en kernen.

De fibrillaire structuur in de ligamenta treedt sterker op den voorgrond

In den menisk van het schaapsfetus van 73 m.M. komen tusschen de lange cellen ook breedere voor, waarin ovaal-ronde kernen gelegen zijn.

Hierbij komt ook beter voor den dag, dat die lange cellen en kernen de profielen zijn van platte cellichamen, die van boven bezien breeder, ovaal en wat de kernen betreft tevens lichter gekleurd zijn. Ook in dwarscoupe zijn tusschen kleine ronde celdoorsneden breedere platte gelegen

De lengten van de kernen zijn van beide beelden gelijk, zoodat we hier te doen hebben met gelijkwaardige cellen, die voor zoover ze eenen druk van het omgevende weefsel ondervinden, plat worden of onder de vroegere condities verkeerende haar spoelvorm behouden.

Dat we hier aan een druk moeten denken, kan men afleiden uit de dwarsdoorsneden van cellen en kernen. Deze laatsten hebben dan dikwijls een meer hoekigen vorm, terwijl het cellichaam er omheen een stervormige gedaante bezit. De rond-ovale vorm van de jongere stadia is verdwenen.

De oppervlakte is wat bouw betreft het meest vaste en celrijkste deel van den menisk. Hier hebben de cellen en kernen eenen platten, biconvexen vorm. Naar den centralen rand toe worden ze meer rond en mengen ze zich met de dieper gelegen cellen.

Ofschoon, wat de ontwikkeling van het kniegewricht betreft, de drie bovengenoemde dierfetus in de gegeven afmetingen overeenkomen, vertoont de kat in den bouw van den menisk en van de bandjes een jonger stadium. Wel liggen bindweefselfibrillen over meerdere cellengten zich uitstrekkend buiten de cellen en vormen een zeer losse grondsubstantie. Deze weefsels zijn niet in die mate gegroeid als bij het rund en het schaap en ze zijn veel losser van bouw en veel celarmer.

Op sommige plaatsen is de menisk nog bedekt door eene enkele laag platte cellen en op de gewrichtsvlakten van de condylen is het mesochondrium beperkt tot eene enkele of dubbele celbedekking.

Het periarticulaire weefsel is, evenals bij het schaap, bindweefsel van eene reeds vrij vaste samenstelling, ten gevolge van eene rijkelijke vorming van fibrillen. Het is tevens zeer vaatrijk.

Bij het rund, waar dit weefsel nog uit mesenchym bestaat, is dus de morphologische ontwikkeling van de knie vlugger tot stand gekomen dan bij de kat en bij het schaap, terwijl het laatste in histologisch oogpunt de anderen vooruit is. Bij fuchsiline-kleuring treft men in den menisk en in zijne voorste en achterste bandjes vrij veel elastische vezels aan. Deze draadjes hebben eene aanzienlijke dikte aan de oppervlakte, terwijl ze in het dieper gelegen deel van den menisk dunner zijn. Ze strekken zich evenals de collagene fibrillen over meerdere cellengten uit en loopen in dezelfde richting als deze. Bovendien vertakken de elastische vezels zich, waarbij meerdere dunnere draden zich tot dikkere vereenigen. Men treft ze dus in verschillende stadia aan n.l. als nauwelijks zichtbare draadjes en als zulke, die reeds eene aanzienlijke breedte bezitten. De zwart getingeerde fibrillen hebben meest een tamelijk recht verloop, zij bezitten tenminste niet de golvingen van de collagene-vezels, wat in oudere stadia beter voor den dag treedt.

Het vulweefsel in de fossa intercondyloidea van een runderfetus van 93 m.M. is zeer vaatrijk geworden, terwijl sommige bloedvaten reeds een aanzienlijk volume hebben. Rondom deze is het vulweefsel gecondenseerd als een soort adventitia.

Menisk en gewrichtsoppervlakten van de condylen zijn door eene enkele of dubbele laag platte cellen

bedekt. Hierbij doet zich de eigenaardigheid voor, dat de binnenzijde van het weefsel, dat perifeer de gewrichtsspleet afsluit ook door deze platte cellen bedekt wordt, die van de kraakbeenoppervlakte op den menisk overslaan. De ruimte tusschen menisk en tibia is niet zoo duidelijk tot stand gekomen als tusschen femur en menisk.

De menisk is door vaatrijk weefsel omsloten, zooals het kraakbeen door zijn perichondrium.

Een schaapsfetus van 95 m.M. vertoont ongeveer hetzelfde beeld. Hierbij blijkt in sagittale coupes, dat het femoro-patellair gewricht nog niet geheel tot stand gekomen is, terwijl de gewrichtsvlakte op de achterzijde van de femur-condylen ook nog niet die uitbreiding heeft, die zij bij het volwassen dier bezit.

In den menisk hebben meerdere bindweefselfibrillen zich vereenigd tot breedere strengetjes, waarin de fibrillaire samenstelling nog te zien is. Ze loopen circulair en tegen hen aan liggen de bindweefselcellen, welke aan hunne vorming hebben medegedaan.

Hierbij is een gedeelte van haar cellichaam verbruikt, zoodat in overlangsche doorsneden de kernen naakt schijnen; op dwarsdoorsnede blijken ze echter nog een uiterst dun randje protoplasma rondom de kern te bezitten.

Een varkensfetus van 95 m.M. vertoont in den bouw van den menisk verschillen, naar gelang men het perifere gedeelte of het centrale onderzoekt. De oppervlakkige laag en de centrale rand zijn weer het sterkst celhoudend en meer vast van bouw dan de overige deelen van den menisk. Doch hierbij is de fibrillaire grondsubstantie gelijkmatig van samenstelling. Dit verandert meer naar de diepte van den menisk toe. Hier verschijnen n.l. naast deelen van meerdere vastheid zulke van losseren bouw. Terwijl in de eerste de

fibrillen zich vaak tot strengetjes vereenigd hebben, die een circulair verloop bezitten, evenals de enkele collagene vezels, vormen deze in de laatst bedoelde gedeelten een los netwerk van draden. Ook is er een verschil tusschen de cellen onderling, die in deze deelen gelegen zijn.

De langwerpige celvormen en kernen vindt men in de vastere gedeelten. Aan de einden vormen deze cellen een aantal fibrillen, welke men ook naast en evenwijdig aan haar ziet liggen. Hierbij bezitten ze schijnbaar tweeërlei kernen: breedere lichtgekleurde en smalle donkere. Beide hebben dezelfde lengte, zoodat de laatste weer beschouwd moeten worden als de profielen van de eerstgenoemde.

Op dwarsdoorsnede hebben deze kernen dikwijls een hoekig voorkomen, ze zijn ook wel plat en sommige rond.

Deze vormverschillen zullen wel ontstaan zijn onder invloed van den druk, die de omgevende grondsubstantie op deze kernen uitoefent.

In de lossere gedeelten, waar men zoo'n druk kan uitsluiten, of waar men althans moet aannemen, dat deze in veel geringere mate bestaat, zijn de cellen onregelmatig stervormig en de kernen rond. De cellen zijn tevens hierin onregelmatig geplaatst. De fibrillen door deze cellen gevormd, schikken zich ook niet circulair, doch zij vormen een netwerk. Op dwarsdoorsnede blijkt, dat deze losse deelen zich van uit het perifere weefsel als onduidelijke banen, centraalwaarts begeven.

De oppervlakkige laag bezit platte cellen evenwijdig aan het niveau van den menisk met haar lengteas centraal gericht.

In niet alle coupes was eene platte celbedekking te vinden.

De banden hebben eenen gelijkmatigen bouw.

Het dè gewrichtskraakbeenoppervlakten bedekkende mesochondrium is in het midden van de contactplaatsen het dunst. Naar den omtrek neemt het in dikte toe.

Een runderfetus van 10 c.M. vertoont in den menisk dezelfde cel- en kernverschillen als de laatst beschrevene. De bouw ervan is nog gelijkmatig, alleen in zooverre, dat nog geen lossere banen tusschen de soliedere deelen gelegen zijn. Het schijnt dikwijls alsof bij de fibrillenvorming cellichamen hun protoplasma geheel verliezen, doch steeds blijkt bij nadere beschouwing, dat een uiterst smal strookje ervan rondom de kern overblijft.

De menisk zoowel als de banden zijn in volume toegenomen doch verliezen niets van hun celrijkdom.

Opvallend is, dat de gewrichtsvlakte van het dijbeen steeds scherper omschreven is dan die van de tibia. Bij deze laatste is de mesochondrale laag nog breed. en de cellen ervan liggen losser ten opzichte van elkaar. Deze laag gaat blijkbaar op het femur sneller in kraakbeen over, waarschijnlijk omdat grootere beweeglijkheid bestaat tusschen femur en menisk, dan tusschen deze en tibia.

De eerste elastische vezels verschijnen in den menisk van het rund als een netwerk van zeer dunne draadjes, veelal evenwijdig aan de collagene fibrillen loopend, doch meer gestrekt dan deze, want de collagene elementen, tot strengetjes vereenigd, hebben een golvend verloop. Omtrent den oorsprong van de elastische vezels laat zich, in dit vaste weefsel, niets zeggen.

De theorieën, die hierover bestaan, bespreken we later in verband met meer positieve bevindingen in verder ontwikkelde stadia.

In den menisk van een runderfetus van 11 c.M. en nog beter in een van 11.8 c.M. ziet men strengetjes van collagene fibrillen ontstaan, doordat deze naast en

achter elkaar liggende onderling gaan vergroeien. Dit vindt centraal in sterkere mate plaats dan perifeer, waar de bindweefselfibrillen alleen aan hare einden zich vereenigen en zoo lange draden vormen, zonder dat er tevens zijwaartsche verbindingen tot stand komen.

Het centrale deel is dus vaster van structuur dan de periferie.

De strengetjes loopen tamelijk gestrekt in circulaire richting.

Hoewel vergeleken met jongere stadia de cellen wat verder van elkaar verwijderd zijn en dus relatief het aantal cellen verminderd is door den diktegroei van den menisk, zonder dat een celvermeerdering gelijken tred hiermee houdt, is de oppervlakte van den schijf nog wel sterk celhoudend. Hier treft men weer de platte cellen evenwijdig aan de gewrichtsvlakte aan; deze zijn aan de beide einden verlengd tot eenen langwerpigen vorm.

Ook tusschen de bindweefselstrengetjes zijn de cellen zeer lang en kunnen ze zoodanig te midden van de eerste inliggen, dat ze met hare lange kernen de lichte golvingen in de bundeltjes meemaken.

In dwarscoupes vindt men bij haemaluin-eosine-kleuring tusschen de ronde of hoekige kerndoorsneden met een weinig celprotoplasma, daar omheen, ook roode puntjes, die de dwars getroffen strengetjes zijn.

De menisk is bedekt door een laag platte cellen, die nergens meer dan één cel dik is. In deze preparaten vormen ze een niet onderbroken celbedekking.

Waar ze los geraakt zijn en in de gewrichtsspleet liggen, blijken ze eenen breed-ovalen vorm te bezitten, zoowel wat lichaam als kern betreft. Ze bezitten naar alle waarschijnlijkheid geen uitloopers, want de intacte cellaag op den menisk wijst er op, dat de cellichamen direct aan elkaar sluiten. Immers de kernen zijn gelegen in eene zeer dunne eosinophiele grenslijn.

Als de cellen door middel van uitloopers verbonden waren, zou deze roode lijn nooit ononderbroken kunnen wezen, zooals nu het geval is.

Wat het overige van het gewricht betreft, zien we alleen een voortgezetten teruggang van de mesochondrale laag, die nu zeer smal is geworden. Het vulweefsel in de fossa intercondyloidea is op sommige plaatsen verdwenen, waarbij meteen de bloedvaten zich van deze plaatsen hebben teruggetrokken. Op andere plaatsen heeft het vulweefsel meegedaan aan de vorming van eene adventitia om de bloedvaten.

Het perichondrium zet zich als gewrichtskapsel voort en slaat via den menisk van femur op tibia over. In deze kapsel treden ook bloedcapillairen op vanuit het periarticulaire weefsel, vanwaar ook kleine bloedvaatjes tot halverwege den menisk doordringen. Deze volgen bij dit binnendringen steeds de lossere deelen tusschen de bindweefselstrengetjes in, waar de fibrillen een netwerk vormen, terwijl ze zoo dus de vastere gedeelten in den menisk ontwijken.

Ofschoon de elastische vezels zich meest in de richting van de collagene elementen leggen, loopen ze ook wel dwars of diagonaal. Zoo bezit de oppervlaktezone meer een netwerk van elastische draden.

De knie van een runderfetus van 14 c.M. bezit eenen menisk, welke in ontwikkeling reeds aanmerkelijk gevorderd is. Tusschen de circulaire bindweefselbundeltjes vlechten zich banen van lossen bouw, die vanuit het periarticulaire bindweefsel oorsprong nemende, centraalwaarts in breedte afnemen en als zoodanig tot halverwege den menisk te volgen zijn.

De bindweefselbundels zijn in dikte toegenomen. Terwijl bij een fetus van 11 c.M. hierin nog de fibrillaire samenstelling was te ontdekken, is deze in dit stadium gemaskeerd. De bundeltjes schijnen meestal homogeen

en hebben daardoor een peesachtig voorkomen. Ze loopen zacht golvend en de bindweefselcellen tusschen hen maken deze kronkelingen mee, zoozeer raken ze er door beklemd. Hierdoor is ook te verklaren, dat die cellen zoo lang gerekt schijnen. Tevens valt een groei ervan in de lengte op te merken, welke weer aan deze drukwerking is toe te schrijven; want vanaf het stadium, dat er nog geen bundeltjes gevormd waren tot dezen leeftijd, waar ze zich aanzienlijk ontwikkeld hebben, schijnen de cellen in lengte toe te nemen. En dat, terwijl in het celprotoplasma nog eene fibrillaire teekening is te ontdekken en bindweefseldraadjes buiten de cellichamen in de lossere gedeelten aangetroffen worden.

Men krijgt den indruk, dat de cellen nog steeds collagene fibrillen vormen.

Doch in de losse banen, die zich tusschen de bundeltjes doorstrengelen, verhouden de cellen zich anders; ze hebben òf eene stervormige gedaante met ronde kernen òf eenen langwerpigen vorm en ovale kern. Onder deze laatste gaan vele zich schikken met hare lengteas centraal gericht; ze staan dus loodrecht op die der cellen tot de bundels behoorende. Niet alleen deze cellen gaan in een zoodanige richting liggen, ook de fibrillen doen dit.

De breedste gedeelten in deze banen vindt men perifeer, waar ze grootere complexen van bundels omsluiten. Doch zijwaarts scheiden zich smallere strookjes van hen af, die weer kleinere groepen van bundels omvlechten, soms de enkele bindweefselstrengen omvatten.

Vooral op dwarsdoorsneden, waarin de bundels als roode figuren van onregelmatige omtrekken zich voordoen, valt dit op en tusschen hen door verloopen de losse strookjes, die zich centraalwaarts oplossen en met de bundels versmelten tot een zeer dicht netwerk.

Ook in de randzone treft men in deze coupes even-

wijdig aan de oppervlakte centraalwaarts loopende, kleine bindweefselstrengetjes aan in het netwerk, waaruit de oppervlakkige laag bestaat. Verder valt op, dat aan den centralen rand en de oppervlakte de cellen het kleinst zijn. Waarschijnlijk is weer de druk van het haar omgevende fibrillaire netwerk hier de oorzaak van, want deze plaatsen zijn tevens die, waar de grondsubstantie het meest vast van samenstelling is.

Bloedvaatjes dringen weer in de losse deelen in den menisk, waarbij de jongste centrale en de zijdelingsche vertakkingen nog geen lumen hebben en slechts soliede endotheelspruiten zijn.

Perifeer vindt men, dat de vaatwand reeds uit bindweefsel bestaat, terwijl het lumen door platte endotheelcellen is bekleed.

Het hier beschrevene vindt men nog duidelijker in den menisk van het kniegewricht van eene geit van 14.5 c.M. Hier is het weefsel zeer celrijk. De gewrichtsholte is geheel gevormd. Alleen in de fossa intercondyloidea scheidt een los vaatrijk bindweefsel de gewrichten van de beide femurcondylen onderling. De mesochondrale laag is zeer dun.

Aan de bespreking van het voorkomen van vastere naast lossere deelen van den menisk kan de beschrijving van dien van een hondenfetus van ongeveer acht weken aansluiten. Dan valt weer op hoe bij de vleeschetersde menisk, hoewel hij hetzelfde systeem vertoont als bij de andere huisdieren, toch in ontwikkeling minder ver gevorderd is. En dit in een relatief veel ouder stadium.

Zoo ziet men wel de bundeltjes, die een licht golvend verloop hebben, wel kunnen lange, smalle bindweefselcellen tusschen die bundels ingedrukt liggen en met haar cellichamen en kernen de kronkelingen ervan meemaken, doch het weefsel is veel minder vast en maakt niet dien peesachtigen indruk als bij de andere

dieren. Ook is de fibrillaire samenstelling van de bundels nog waar te nemen.

De losse bindweefselstrooken vlechten zich tusschen hen in en ontstaan in het perifere gedeelte, waarin nog geen bundels gevormd zijn.

In deze deelen, waar de grondsubstantie zich als een netwerk voordoet, liggen bindweefselcellen met een onregelmatig vertakt protoplasma, die door middel van uitloopers anastomoseeren. Hare kernen zijn rond.

Ook de centrale rand is nog een fibrillair netwerk. Zoowel hierin, als in de periferie van den menisk bezitten de cellen eenen vorm overeenkomstig met dien, welke het laatst beschreven zijn.

De oppervlaktezone van den menisk heeft eenen grooten rijkdom aan cellen van eenen ovaal-ronden en afgeplatten vorm, die met hare grootste afmetingen evenwijdig aan de gewrichtsvlakte zijn gelegen.

Op dwarsdoorsneden blijken de cellen tusschen de bundels eenen kleinen, ronden, dikwijls ook eenen platten vorm te hebben, doordat ze tegen de bindweefselstrengen aangedrukt zijn.

Bij een bijna voldragen hondenfetus vertoont de menisk eene meerdere vastheid van grondsubstantie in den centralen rand en aan de oppervlakte. Ook de bundels zijn wat in dikte toegenomen en vormen in dwarscoupes acidophiele figuren van dikwijls ronde gedaante, waar cellen tegenaan liggen.

De bindweefselcellen hiertusschen zijn dikwijls in rijen gerangschikt.

De celvormen zijn dezelfde als in het jongere fetus. Bloedvaatjes dringen in de lossere deelen naar binnen. Ze hebben nog geen lumen en doen zich in de preparaten voor als celrijke strengen. Het blijken nog endotheel woekeringen te zijn in hun verst van de periferie van den menisk verwijderde einden. Geheel perifeer hebben ze een adventitia en reeds een lumen.

Een wat verder gevorderd stadium ontmoeten we in de knie van een varkensfetus van 14.5 c.M. Hier zijn de bundels dikker geworden en is te zien hoe meerdere dunne zich tot dikkere kunnen vereenigen. Doch steeds hebben ze een golvend verloop. In verband met het feit, dat, zooals later zal blijken, in volwassen menisci deze golvingen niet in de bundels worden aangetroffen, kan men aannemen, dat als oorzaak hiervan moet worden beschouwd eenen sterkeren lengtegroei van de bundels dan van de menisci zelf en dus van de gewrichten, waardoor zij zich niet in hunne volle lengte kunnen uitleggen. Dat deze golvingen geen gevolg zijn van fixatie, mag hieruit blijken, dat ze bij onderzoek van niet gefixeerd versch materiaal ook worden aangetroffen zoools we later zullen zien.

Perifeer strekt zich deze opbouw in bundels niet tot aan de gewrichtskapsel uit en heeft in dit gedeelte de menisk nog een fibrillair netwerk.

Hiervanuit begeven zich, als in de vroeger beschreven menisci, losse bindweefselbanen centraalwaarts en vergroeien met de bundels tot een vast netwerk, waaraan dat van de oppervlakte aansluit.

In de cellen begint men afwijkingen van de tot nu toe beschrevene te vinden.

Aan de periferie liggen nog vertakte bindweefselcellen, in wier protoplasma en uitloopers eene fibrillaire streping blijft bestaan.

Meer centraal ziet men hoe de uitloopers in fibrillen uiteen kunnen vallen, het eerst aan de einden, zoodat rondom de kern een protoplasmadeel overblijft. Nog meer centraal ziet men deze cellichamen grooter worden, zich evenals hunne kernen afronden en bedekt worden door een zich met eosine kleurende membraan. Doch ook treft men aan, dat de uitloopers niet op deze wijze verdwijnen. Dan gaat de cel zich direct met een membraan omgeven, welke zich langs de uitloopers over

eenen grooteren of kleineren afstand voortzet. Doch hier is zij dan veel dunner dan om het cellichaam zelf.

Verder kan men waarnemen, dat de uitloopers korter worden, alsof ze worden ingetrokken en tevens gaat het cellichaam zich afronden en vergrooten.

Ook aan de randcellen kan men dit zien. Perifeer liggen hierin nog de biconvexe cellen, welke centraalwaarts zich eveneens gaan vergrooten, afronden en door een membraan omgeven.

De overgang van de bindweefselcellen aan de periferie tot deze centraal gelegen vormen is zeer geleidelijk. Aan de randzone gaan die ronde cellen veel in rijen evenwijdig aan de oppervlakte liggen en de rijen worden door bindweefselstrengetjes gescheiden. Geheel centraal liggen ze veel in groepjes bijeen en sluiten met bochten in elkaar, onderling slechts door de membranen gescheiden.

Tevens treedt bij deze cellen eene meerdere retractiliteit van het protoplasma op, dat zich van de hem bedekkende membraan kan terugtrekken. Deze laatste bezit eene meerdere resistentie en behoudt hare oorspronkelijke ligging.

Geheel rond zijn de cellen nog niet en zij vertoonen in hare uitwendige grenzen bochten.

Dat die membranen fibrillen konden zijn, welke door de zwelling van het cellichaam opzij gedrongen worden, is niet aan te nemen, daar ze zoowel aan de buiten- als aan de binnenzijde scherp begrensd zijn, overal eene gelijke dikte bezitten, en nergens onderbroken zijn. Veel eerder zullen ze voorstadia van kraakbeencellen zijn.

Elastische vezels vindt men in vrij grooten getale; het meest zijn ze in de randzone gelegen, waar ze evenwijdig aan de oppervlakte een netwerk vormen. Ze hebben veelal eene aanzienlijke lengte. Waar de bundels eene golving vertoonen, hebben de elastische fibrillen een meer gestrekt verloop. Dat ze in de richting

van de bundels verloopen, ligt voor de hand, aangezien de cellen, die hen vormen in rijen daar langs gelegen zijn.

Aan de oppervlakte, waar eene zoodanige regelmatige ligging van de cellen niet aangetroffen wordt, vormen ze een netwerk. De elastische vezels bevinden zich steeds buiten tegen de bundels aan. Ook worden ze later gevormd dan de collagene elementen en ontstaan pas als deze zich tot bundels hebben vereenigd.

Soms evenwel kunnen kleinere bundels onderling tot grootere versmelten en dan is het mogelijk, dat ze elastische draden in zich sluiten. Doch ook dan zijn dikwijls op dwarscoupe de grenzen van de kleinere bundeltjes nog te zien en blijken de elastische draadjes in deze grenslijnen te liggen.

Vereenigingen van meerdere dunne tot dikkere draden ziet men dikwijls.

In dwarscoupes met fuchsiline-eosine-kleuringen doen zich de doorsneden van deze vezels als zwarte puntjes in de oppervlakkige lagen van de bindweefselcellen voor en liggen zoowel binnen als buiten het protoplasma.

Bij veranderde instelling schijnen ze in het protoplasma over eenen kleinen afstand te bewegen. Ook kan waargenomen worden hoe in de grondsubstantie elastische vezels schijnen te ontstaan uit een rij aaneengeregen korreltjes, verbonden door een zeer dun draadje.

Deze waarneming is door de literatuur bevestigd.

RANVIER[1]) dacht, dat volwassenel astische fibrillen uit tegen elkaar liggende korrels bestaan en nam eene extracellulaire vorming van draden uit zich achter elkaar rijende korrels als mogelijk aan.

Dat elastische draden op deze wijze kunnen ontstaan is bekend, doch dat men aan de volwassen fibrillen nog deze samenstelling zou kunnen onderkennen, wordt tegengesproken. Wel vindt men soms een soortgelijk

---

[1]) Uit Pekelharing.

beeld, doch hierbij vindt men steeds de korrels door dunne draadjes verbonden als kralen, die aan een snoer zijn geregen.

Een kort overzicht omtrent het ontstaan en de ontwikkeling van elastische vezels, welke men op analoge wijze als bij de collagene fibrillen verklaart, is in aansluiting hiermee niet overbodig.

SCHWANN, SCHULTZE, BOLL, FLEMMING,[18] REINKE,[35] PEKELHARING[32] huldigen de intracellulaire wijze van ontstaan.

O. HERTWIG[70] vond, dat elastische vezels in het oorkraakbeen onmiddellijk na of tegelijk met het optreden van tusschencelsubstantie aan de oppervlakte van de kraakbeencellen ontstaan.

DEUTSCHMANN[1]) sluit zich hierbij aan, met dien verstande, dat hij elastische korrels ziet optreden in de kraakbeenkapsel.

De verdere ontwikkeling van de elastische draden in de grondsubstantie denken velen dat geschiedt door intussusceptie in het exoplasma en in aansluiting hiermee ontstaan nieuwe elastische vezels door groei van de eerste, nooit door vorming van korrels of draadjes in de intercellulaire substantie, ook niet in de nabijheid van het protoplasma der persisteerende cellen.

Eene wijze van ontstaan van elastische vezels, waarbij de geheele cel hierin overgaat, meldt LOISEL[71] in cellen van het ligamentum nuchae, GERLACH in kraakbeencellen, STUDNICKA[51] in deze en ook in voorkraakbeencellen.

LOISEL onderscheidt nog twee soorten, elastogene en elastoblastische cellen. De eerste vormen aan de periferie van de cel elastische vezels, terwijl om de kern een deel protoplasma overblijft; de tweede gaan geheel over in elastine met dien verstande, dat iedere cel één

---

[1]) Uit Flemming.

elastische fibril vormt, waardoor ze hare beteekenis als cel verliest.

GERLACH noemt de in elastische vezels uiteenvallende kraakbeencellen „Faserkugeln".

Naast deze intracellulaire wijze van ontstaan, vermelden HANSEN[23] en RANVIER nog een extracellulaire, met overgangen tusschen beide.

HANSEN zag buiten de analoge ontstaansmodus van de collagene fibril in de grondsubstantie van hyaline kraakbeen eenen vrijen vorm van elastische draden uit albumoide- en elastinekorrels.

PEKELHARING acht den strijd over den vormingsmodus van elastische draden geëindigd; hij denkt ze zich n.l. als ontstaan aan de oppervlakkige lagen der cellen zoowel in den vorm van fijne draadjes als in dien van korrels.

Een kattenfetus van 9 c.M. moest volgens den relatief ouderen leeftijd aanmerkelijk verder zijn in de ontwikkeling van het kniegewricht dan de bovenvermelde.

En toch ziet men, wat den bouw van den menisk betreft, eenen toestand, welke bij dien van de vroeger beschreven dieren ten achter is. Hierin zijn nog geen bundels tot stand gekomen, doch de collagene fibrillen vormen losse strengetjes, waarin de fibrillaire opbouw nog te herkennen is. Langs deze strengetjes liggen de bindweefselcellen met hare lengteas in de richting der fibrillen en vormen nog anastomosen. Door den minderen druk van het omgevende weefsel zijn ze minder gerekt dan in de menisci, die eene vastere grondsubstantie bezitten. Aan de periferie en den centralen rand, waar het weefsel losser is, hebben de cellen ook een meer onregelmatigen vorm. Aan de randzone treft men eene netvormige, fibrillaire grondsubstantie aan en hierin vertoonen de fibrillen ook neiging om zich tot strengetjes te vereenigen. De cellen, hierin gelegen, hebben eenen

platten vorm, evenwijdig aan de oppervlakte, welke zelf bedekt is door eene enkelvoudige laag van platte cellen.

Tusschen de circulair verloopende strengetjes begeven zich de meer lossere banen, waarin langwerpige bindweefselcellen zijn gelegen, centraalwaarts, terwijl de lengteassen der laatsten in dezelfde richting loopen.

Dus treden hier die losse strooken reeds op, voordat er eigenlijke bundels bestaan.

De naar het femur toegekeerde vlakte van den menisk schijnt eene soort homogene grondsubstantie of kit te bezitten, waarin bindweefselcellen geheel gebed liggen en eene geringe fibrillaire structuur is te ontdekken. Op lengtedoorsnede ziet men hierin n.l. kleine roode puntjes, de doorsneden van collagene fibrillen.

Tusschen de cellen geheel aan den rand gelegen, ligt die homogene stof, die zich gemakkelijk met haemaluin kleurt en met een scherpe lijn aan de gewrichtsspleet grenst. Deze stof kan van verschillenden oorsprong zijn.

Als ze eene rest zou zijn van de vloeistof, die het mesenchymweefsel en later het bindweefsel doordrenkt, waarom is die dan niet tevens dieper in den menisk aanwezig?

Veeleer is hier aan te nemen, dat die homogene stof kit is, die van de kraakbeenoppervlakten uit in het losse weefsel van den menisk nog een eindweegs doorgedrongen is.

Aan de ondervlakte is de menisk nog niet gescheiden van de zeer smalle chondrogene laag op de tibiavlakte. Men ziet hier hoe de kraakbeen-grondsubstantie niet abrupt tegen het bindweefsel eindigt, doch dat de overgang geleidelijk is en de basophiele kitsubstantie tusschen de bindweefselcellen in zich voortzet.

Aan de femurzijde vindt men dit aan de periferie, waar juist het weefsel los en de chondrogene laag zeer dun is. Deze laag is hier het langst met den menisk

verbonden geweest. Geheel perifeer bestaat de gewrichtsspleet nog niet en daardoor ziet men dit nog duidelijker.

De gewrichtskraakbeenoppervlakten zijn zeer celrijk, doordat de chondrogene laag hier in kraakbeen is overgegaan. Deze nog acidophiele zone is aan de periferie reeds zeer dun en verdwijnt in het centrum bijna geheel.

De vorming van het kniegewricht zal zoo plaats vinden, dat een gedeelte van het tusschenweefsel het mesochondrium vormt op de gewrichtskraakbeenvlakten. Dit weefsel is in het voor een kat reeds ver gevorderde stadium van ontwikkeling bijna tot kraakbeen overgegaan, zoodat de overgang tot den menisk (waar een spleet aan de periferie nog niet bestaat) vrij abrupt is, in alle geval over korter afstand geschiedt.

Deze vorming van kraakbeen door de chondrogene laag heeft sneller plaats aan het meer beweeglijke femoromenisk gewricht, dan aan dat tusschen menisk en tibia.

Direct rondom de fossa intercondyloidea bestaat ook nog een vulweefsel, hetwelk femur en tibia verbindt.

Een runderfetus van 19 c.M. vertoont in den menisk nu ook een verschil in fibrillaire rangschikking in de verschillende gedeelten.

De bundels doen zich voor als gestrekte strengetjes, die tegen elkaar gedrukt een vast weefsel vormen. Op dwarscoupes hebben ze eene onregelmatige ronde doorsnede en ziet men tevens daar tusschenin nog fibrillaire verbindingen bestaan. In de losse bindweefselstrooken loopen ook kleine strengetjes in centrale richting.

Op dwarscoupe ziet men aan de oppervlakte ook bindweefselfibrillen loopen in centrale richting.

De bindweefselcellen hebben de vormen, zooals ze uit de andere preparaten beschreven zijn, d. w. z. langs de bundels liggen op rijen langwerpige cellen en kernen overeenkomstig de gestrekte plaatsing der collagene

elementen. In de losse weefseldeelen doen de cellen zich door minderen druk in eenen meer onregelmatigen stervorm voor.

Aan de oppervlakte liggen de platte biconvexe cellen.

De gewrichtsvlakte van het femur is veel scherper omschreven dan die van de tibia, in de eerste zijn de kraakbeencellen plat biconvex, in de laatste rond. Dit wijst op een verschil in druk, welke hiernaar afgemeten, op het femur in sterker mate werkt dan op de tibia. Dit is echter alleen in zoover het geval als de tibia door den menisk bedekt is. Waar zij direct tegen het femur sluit, is dit verschil niet op te merken. We moeten dus aannemen, dat de menisk den druk op de tibia vermindert, als een soort kussen werkt.

De fibreuse gewrichtskapsel hecht zich aan de zijranden van den menisk vast. Aan den voor- en achterkant van de knie blijkt ze hooger aan de femurcondylen te sluiten dan om de tibia, in verband met de grootere beweeglijkheid van het femur.

De binnenzijde van de kapsel is bedekt door eene aaneengesloten enkelvoudige laag platte cellen, doch waar de kapsel zich aan het kraakbeen en den menisk vasthecht, zet zich die platte cellaag een eindweegs over de gewrichtsvlakte voort. Hier doet ze zich echter niet als een aaneengesloten celbedekking voor. Op sommige plaatsen kan deze celmembraan zich door fixatie en verdere behandeling van de onderzijde aflichten en vrij in de gewrichtsholte uitsteken; ook enkele cellen zijn zoo waar te nemen. Hierbij blijkt, dat deze membraan wordt gevormd door polymorphe cellen, welke met tandjes in elkaar grijpen. Ze bezitten eene ronde of rond-ovale kern.

Het centrum van de gewrichten bereiken ze niet en blijven in deze preparaten dus alleen tot de periferie beperkt.

Ook de gewrichtsvlokken hebben zich gevormd en deze zijn eigenlijk niets anders dan uitbochtingen van de enkelvoudige celmembraan in de gewrichtsruimte. Los, wijdmazig, vaathoudend bindweefsel vult deze vlokken op.

Het vulweefsel in de fossa intercondyloidea bestaat uit los vaatrijk bindweefsel; gedeeltelijk heeft zich hierin vet gevormd; op transversale coupes ziet men hoe in de fossa intercondyloidea de gewrichtskapsel een dubbel schot zendt, dat zich aan de binnenzijde van de femur-condylen vasthecht. Het vormt eene onregelmatige instulping van de membraan, die de binnenzijde der gewrichtskapsel bedekt. De ruimte tusschen deze instulpingen wordt door los vaatrijk bindweefsel opgevuld, waarin zich gedeeltelijk reeds vet heeft afgezet.

In fuchsiline-eosine preparaten blijken de menisk, banden en gewrichtskapsel elastische vezels te bevatten. In den menisk ziet men dikwijls draadjes in de richting der collagene bundels verloopen langs de oppervlakten der cellen, die hier in rijen liggen. Ze zijn echter nog weinig in aantal en dun.

Een kniegewricht van een kattenfetus van 11 c.M., dus bijna voldragen, vertoont in den menisk weer een veel losseren bouw. De bundels vertoonen nog hun fibrillaire samenstelling en ook naast hen liggen losse collagene draden. Deze gaan zich tegen de bundels aanleggen, wat blijkt uit de omstandigheid, dat ze in de onmiddellijke nabijheid ervan veel dichter bij elkaar liggen dan verder af. Ook reeds tot stand gekomen verbindingen treft men aan.

Centraal bestaat het weefsel uit een vaster netwerk van fibrillen.

Daar de grondsubstantie nog niet eene aanzienlijke vastheid bezit, steken de losse strooken, die van de

periferie centraalwaarts trekken, minder scherp af.

De mindere druk van de grondsubstantie manifesteert zich ook in den vorm van de daarin gelegen cellen. Deze is niet lang gerekt en meest zijn de cellen breeder dan de collagene bundels. Ze zijn van die uit de loodrecht op de bundels gerichte bindweefselbanen te onderscheiden door hare circulaire ligging, terwijl de laatstbedoelde eene stervormige gedaante bezitten, doch geen bepaalde rangschikking hebben, evenmin als die van den centralen rand en de oppervlakte. Dit laatste gedeelte van den menisk is niet zoo celrijk meer als bij de te voren beschreven stadia.

Er zijn deelen in den menisk waar kraakbeen begint op te treden; zoowel perifeer als centraal komt dit verspreid voor. Hier komen de ronde celvormen met een ronde kern voor, door eene enkelvoudige, basophiele kapsel omgeven. De met haemaluin zich blauw kleurende kit, die door de kraakbeencellen wordt afgescheiden, dringt gemakkelijk in de losse grondsubstantie door, zoodat er bindweefselcellen voorkomen te midden van een basophiele stof, die als een hof rondom de kraakbeenige gedeelten ligt.

Bloedcapillairen dringen in den menisk, op hun weg de losse gedeelten ervan volgend.

Elastische vezels treden in grootere hoeveelheid op.

Perifeer zijn de gewrichtsoppervlakten door eene roode grondsubstantiezone bedekt, die als eene rest van de chondrogene laag is op te vatten, welke centraal reeds geheel verdwenen is.

De binnenzijde van de ontwikkelde gewrichtskapsel is bedekt door eene enkelvoudigelaag platte cellen, die zich op den menisk en op de kraakbeenoppervlakten aan de periferie voortzet. Ze bereikt echter nooit het centrum van de gewrichten.

Waar ze van hare basis is losgeraakt en vrij in de gewrichtsspleet ligt, blijkt ze weer uit de polymorphe

cellen te bestaan, die met tandjes in elkaar grijpen. Dezelfde celbedekking vindt men op de gewrichtsvlokken en de instulping van den beursband in de fossa intercondyloidea, die zich aan de binnenzijde van de femurcondylen vasthecht. De ruimte in de fossa intercondyloidea wordt door los vaatrijk bindweefsel opgevuld.

Het periarticulaire bindweefsel heeft door de vorming van een groot aantal fibrillen een vast netwerk gevormd en is rijk aan bloedvaten. Ook de beursband bevat capillairen.

Tot zoover zijn de waarnemingen geschied in coupes, die het geheele kniegewricht insluiten. Dit gewricht is thans geheel aangelegd en bevat alle deelen, die het anatomisch ook volwassen bezit.

Deze coupes leeren, dat de menisk en de banden als woekeringen in het vulweefsel ontstaan op de basis van dit mesenchijm vóór er nog eene gewrichtsspleet aanwezig is.

Ze zijn dus niet op te vatten als resten van het vulweefsel, doch hebben eene zelfstandige vorming.

Bovendien heb ik thans gelegenheid een ander punt, dat bij de gewrichtsvorming ter sprake gebracht wordt, te behandelen, nl. zijn de oppervlakten van de gewrichtseinden der beenderen en van den menisk gedurende het embryonale leven door endotheel bedekt of niet?

COOPER (11) dacht, reeds in 1825, dat bij volwassen individuen de synoviaal membraan zich voortzet op de gewrichtsvlakten van de tibia en den menisk, die beide over hunne geheele uitgestrektheid er mee bedekt worden, evenals de intraärticulaire banden.

REICHERT en BRÜCKE bevestigden het bestaan van eene continue endotheellaag op de kraakbeeneinden gedurende het fetale leven. Bij volwassenen mankeerde ze zoowel op het kraakbeen als op de naaste omgeving ervan.

LUSCHKA vond eveneens in fetale gewrichten de kraakbeeneinden bedekt door cellen, die eene niet te miskennen gelijkenis hadden met het „epitheel" der synovialis. Deze cellen lagen ongeordend in de tusschenstantie en waren niet naar den aard van een epithelium tot samenhangende lagen aan elkaar gevoegd.

TILLMANS [60] kon geen aaneengesloten laag cellen ontdekken op de gewrichtsvlakte, wel rondom de intraärticulaire banden. Op den menisk was ze alleen aanwezig op die plaatsen, waar geen druk heerschte. De hoogere zijranden ervan kregen hun endotheel van de gewrichtskapsel.

In embryonale gewrichten heeft TILLMANS geen volkomen celbedekking van de kraakbeenoppervlakte gevonden; hij wil echter het bestaan ervan niet bestrijden.

BERNAYS [3] en HAGEN TORN [21] treffen op de contactplaatsen geen cellen aan; wel hebben ze aan de periferie eene laag gevonden, die zich naar de kapsel toe verdikte, en bij de spleetvorming optrad.

Ook LUBOSCH [27] heeft gevonden, dat zoowel de menisk als de gewrichtsoppervlakten over eenen zekeren afstand door een synovialis zijn bedekt.

Tegenstanders van deze opvatting zijn: KÖLLIKER, [79] BOWMANN en GERLACH [72]. De laatste zegt, dat die platte cellen op de gewrichtsvlakten kraakbeencellen zijn, die zich voordoen als een aparte laag.

In mijne preparaten vind ik, nadat de gewrichtsspleet is gevormd, het volgende. Het vulweefsel bestaat uit mesenchymcellen van eene spoelvormige gedaante. Deze vormen op den menisk eene veel dunnere bedekking dan de chondrogene laag op het kraakbeen. De cellen gaan steeds vaster op elkaar liggen en worden daarbij langer en platter. Dit feit wijst op eenen druk, die wij ons kunnen denken als een gevolg van band- en spiercontracties. De spieren krijgen evenals de banden een steeds vastere samenstelling, waardoor er in de laatsten

weldra eene bepaalde spanning zal optreden, die een mechanischen invloed op het gewricht gaat uitoefenen. De beursband omsluit de gewrichtsholte volkomen. Daarbij dient men verder den expansieven groei van den menisk in het oog te houden.

Deze factoren veroorzaken in de beide femorotibiaalgewrichten eene spanning, die zich in den vorm der cellen manifesteert.

De gewrichtsspleet is gevuld met eene vloeistof, die bij het bestaan van dien druk nergens kan uitwijken.

De cellen in de chondrogene laag en in den menisk verkeeren door dien druk onder eene spanning, die in dit weefsel, als het nog eene losse samenstelling heeft, gelijkmatig verdeeld wordt.

Anders wordt dit, als door de vorming van kraakbeen de chondrogene laag dunner wordt en door vermeerdering van cellen en intercellulaire fibrillen de menisk eenen compacteren bouw krijgt.

Dan komen de oppervlakkige cellen op eene vastere onderlaag te liggen en gaan zich door druk afplatten.

In het begin zal zich deze afplatting over eenige cellagen uitstrekken, doch naarmate het dieper gelegen weefsel eene vastere basis wordt, zal die vormverandering in sterkere mate optreden en op de aan de vrije oppervlakte gelegen cellen grooten invloed hebben.

Dat die vorm der oppervlakkige cellen een gevolg is van eenen eenzijdigen druk, bewijst ook de omstandigheid, dat bij het optreden van de gewrichtsruimte bij de kat, waar dit relatief later plaats vindt dan bij de planteneters, die platte cellen niet aanwezig zijn zoolang de continuiteit van het weefsel ongestoord is. Tegelijk met de spleet, treedt ook die afplatting op.

In het begin hebben deze cellen onderling anastomosen en haar vorm van boven gezien is groot en onregelmatig vertakt. De uitloopers worden bij oppervlaktecellen

steeds korter en eindelijk sluiten de cellichamen door tandjes in elkaar, iets wat ook TILLMANNS waargenomen heeft.

Niet alleen de zijwaartsche celuitloopers verdwijnen, doch ook de anastomosen met de daaronder gelegen cellen gaan bij die afplatting verloren, zoodat de oppervlakkige laag tenslotte tot een membraan wordt, die overal slechts één cel dik is.

In verband met bovenstaande opmerkingen lijkt het me gemakkelijk te verklaren, waarom de celbedekking der articuleerende deelen tijdens de ontwikkeling geen aaneengesloten laag vormt. De druk en de beweging op de plaatsen van contact doen iedere tusschenliggende laag verdwijnen. Enkele cellen vervloeien, maar bovendien zijn de embryonale bindweefselcellen niet door kit verbonden, zooals de epitheelcellen, maar anastomoseeren door uitloopers of liggen apart, zoodat ook hierdoor al moeilijk eene aaneengesloten laag verondersteld mag worden. Wel zijn er deelen waar de dichtheid der cellen eene zoodanige is, dat men den indruk krijgt alsof een „epitheelbedekking" aanwezig is, doch dit is plaatselijk, al komt het over groote afstanden voor. Er was dan ook waar te nemen, dat de binnenste gewrichtsbekleeding van den beursband overgaat naar de kraakbeenvlakten der beenuiteinden, die het gewricht samenstellen, en naar den menisk, maar op de plaatsen van contact, ontbrak ze.

Men leest wel eens van „epitheliale" bekleeding der gewrichtsholten. Meer gebruikelijk is echter de door HIS ingevoerde naam van „endotheel" waarmede ook de inwendige bekleeding van vaten en peesscheden worden aangeduid.

CORNIL en RANVIER handhaven echter nog den naam epitheel (HAGEN TORN). SOUBBOTINE[73] houdt de synovialis voor een uitvoerangloozе klier. HÜTER zei het eerst (in 1862) dat het een celrijk bindweefsel is.

De embryologische ontwikkeling der gewrichten stelt HÜTER volkomen in het gelijk. Evenals het geheele lidmaat met uitzondering van zijne epitheelbedekking een mesodermderivaat is, oorspronkelijk uit mesenchym bestaande, zoo ontstaan uit een deel van dit laatste de gewrichten.

Epitheelcellen kunnen er niet in komen; wel platten zich cellen af en gaan tegen elkaar aanliggen, maar deze missen overigens alle eigenschappen, die het epitheel kenmerken.

Bij nauwkeurige beschouwing van beursbanden van dieren, die reeds geboren zijn, is ook duidelijk waarneembaar, dat de cellen in haren vorm het meest hebben van bindweefselcellen. Bovendien kan plaatselijk in de inwendige bekleeding kraakbeen ontstaan.

Hoe het verder met die endotheellaag gaat, of deze direct na de geboorte verdwijnt, heb ik niet in mikroskopische preparaten kunnen zien, doch waarschijnlijk acht ik het, dat door eenen vermeerderden druk en door wrijving ze kort na de geboorte van de vaste onderlagen verdwijnt. Immers zagen we reeds in het fetale leven, dat zij zich op plaatsen van innigst contact niet staande houdt.

Bij de beschrijving van het optreden van de gewrichtsspleet merkte ik reeds op, dat dit proces misschien door wetten van overerving wordt bepaald. Hierin word ik eenigszins gesteund door de bevindingen van LUBOSCH,[27] die aan de circulaire rangschikking van het vulweefsel in syndesmosen den naam van „Kurven" geeft.

Eene soortgelijke rangschikking zag ik in het mesenchym, dat het vulweefsel uitmaakt, n.l. aan de zijden vertoonen de cellen met hare uitloopers eene ligging langs lijnen, die aan de periferie sterk gebogen zijn en in het midden parallel loopen.

Ook zag LUBOSCH in het bindweefsel der syndesmosen

dikwijls plaatsen, waar het tot een uiteenwijken van de cellen komt, waarschijnlijk door vervloeiing, of wel waarin meerdere ruimten ontstaan zoodat de verbinding alleen nog door bindweefselbrides gevormd wordt.

Bij amphibiën beschrijft hij gewrichten waar de kraakbeenoppervlakten bedekt worden door vast pezig bindweefsel, waarin de cellen op rijen liggen.

Dit wekt de gedachte aan de mogelijkheid, dat ook in dit peesweefsel eene circulaire rangschikking is te herkennen. Bij kikvorsch en salamander vind ik zoowel in transversale als in sagittale coupes eene fibrillenrichting evenwijdig aan de kraakbeenoppervlakte, terwijl de cellen daar tusschen in rijen gelegen zijn. Aan de periferie, doch ook wel elders, vond ik dwarsgetroffen collagene bundeltjes. Het eerste pleit voor eene circulaire rangschikking, het tweede niet, doch het valt op dat deze bundeltjes sterk in de minderheid zijn ten opzichte van de circulair verloopende.

Aan de periferie van het kniegewricht worden de kraakbeeneinden verbonden door dit peesweefsel. In het centrum geschiedt die vereeniging door middel van los bindweefsel, dat geen bepaald fibrillenverloop toont, doch het peesweefsel blijft de kraakbeeneinden bedekken.

Bij hagedissen en jonge vogels treft men eene gewrichtsholte aan, waarbij de kraakbeeneinden door peesweefsel zijn bedekt. Ik bemerkte bovendien, dat in het kniegewricht van een aan het einde van zijn embryonaal levend zijnde eend de gewrichtskraakbeenoppervlakten aan de periferie bedekt zijn door een bindweefsellaag, waarin echter geen vast vezelverloop is waar te nemen. Naar het centrum toe verdwijnt dit acidophiele weefsel geheel of hoogtens blijft er een neiging van de kraakbeengrondsubstantie bestaan, om zich met eosine te kleuren. De cellen aan de oppervlakten zijn bindweefselcellen, doch naar de diepte gaan ze zich afronden, krijgen eene acidophiele mem-

braan en sluiten vervolgens aan de onderliggende kraakbeencellen aan.

Bij zoogdieren is het gewrichtskraakbeen onbedekt. Deze geleidelijke phylogenetische ontwikkeling is ontogenetisch in de gewrichten terug te vinden.

Hier bestond eerst immers ook eene syndesmose door mesenchym, dat soms duidelijk een kurvensysteem kan vertoonen. Het wijkt vervolgens naar alle zijden toe uit, en condenseert zich tegen het kraakbeen aan, terwijl een ijler vulweefsel de verbinding nog in stand houdt. Dan wordt ook deze verbinding opgeheven en men houdt slechts eene acidophiele fibrillaire kraakbeenbedekking over, waarvan de diepste lagen geleidelijk in kraakbeen overgaan. Dit vindt men soms ook nog bij amphibiën en reptiliën, waar wel is waar de overgang van de oppervlakkige bindweefselcellen tot de dieper gelegen kraakbeencellen via vesiculeuse cellen gaat.

De laatste cellen, te midden van peesweefsel gelegen, vindt men bij zoogdieren niet. Ze zijn trouwens vormen, die aan de lagere gewervelde dieren eigen zijn. Desniettemin vormen ze toch een overgang tot het kraakbeen.

In oudere stadia van zoogdierfetus gaat de acidophiele laag op het gewrichtskraakbeen achteruit en verdwijnt het eerst in het centrum, terwijl ze aan de periferie nog eenen tijd persisteert.

Dit laatste komt overeen met wat ik bij de eend vond.

Dit geheele systeem wordt in het kniegewricht eenigszins gewijzigd door het optreden van eenen menisk, doch dit doet niets af aan het principe, daar we hem zien ontstaan op de basis van het vulweefsel en hij dezelfde rangschikking ervan overneemt.

Dit komt weer overeen met de meening van LUBOSCH, die ook in den menisk het homologon van het vulweefsel ziet.

Het eerst zag ik den menisk duidelijk ontwikkeld bij de pad, waarbij hij een peesachtige structuur heeft en circulair geschikte bundels vertoont. Aan de plantairzijde treedt er een hyaline kraakbeendeel op. Volgens LUBOSCH, e.a. bezit de hagedis een hyalinekraakbeenmenisk. In mijne preparaten zag ik alleen in de periferie ervan hyalinekraakbeen, het centrale deel bestond uit peesweefsel, waarin de cellen in rijen liggen, waarschijnlijk ten gevolge van eene circulaire ligging der peesbundels.

De vogels hebben eenen meer samengestelden menisk volgens een systeem, dat ook bij de zoogdieren aangetroffen wordt. Tegelijk met eenen beter ontwikkelden menisk gaat gepaard de teruggang van het vulweefsel, waarvan slechts eene rest als een bindweefselbedekking van de kraakbeeneinden bij jonge vogels overblijft, dat ten slotte bij de zoogdieren geheel verdwenen is.

Ik meen in het bovenmedegedeelde een phylogenetisch proces te zien, dat in de ontogenetische gewrichtsvorming is terug te vinden. Tot eene vorming van kraakbeencellen in dit vulweefsel kan het in het fetus niet komen en blijft van de overeenkomst met vulweefsel der lagere dieren slechts de rangschikking der cellen en fibrillen over.

De menisk van een runderfetus van 6 maanden vertoont op sagittale en transversale doorsnede twee loodrecht op elkaar verloopende bundelrichtingen.

Circulair liggen de reeds te voren beschreven bundels, welke allen vrijwel dezelfde dikte hebben en waarin onduidelijk nog eene fibrillaire teekening is te ontdekken. Ze hebben een golvend verloop. In lengtecoupes van den menisk ziet men tusschen deze in gedeelten, uit dwars getroffen bundels bestaande, evenals de oppervlakkige laag.

Op dwarsdoorsneden zijn de circulaire bundels dwars

getroffen en blijken de in jongere stadia beschreven losse bindweefselstrooken ook hier zich centraalwaarts tusschen de circulaire bunnels te vlechten. Aan de periferie hebben ze hare grootste breedte, naar het centrum toe worden ze steeds smaller. In de breedere banen hebben de fibrillen en de strengetjes zich tot bundeltjes vereenigd, van deze gaan overal heen smallere af. Deze omsluiten grootere complexen van circulaire bundels. Doch steeds lossen ze zich op in dunnere strengetjes en fibrillen, die kleinere verzamelingen van of zelfs afzonderlijke bundels omvatten.

Niet alleen, dat ze centraalwaarts zich aldus oplossen, maar ze staan ook in verbinding met de naar den centralen rand toe loopende oppervlakkige bundeltjes.

Door hunne meerdere ontwikkeling doen ze zich op dwarscoupes voor als *septa*, welke het groote complex van circulaire bundels verdeelen in groepen, die naar het centrum toe kleiner worden. Aan den centralen rand vormen de bundels met de septa en de oppervlakkige laag een peesachtig netwerk.

Wel zijn de septa nog losser van bouw dan de bundels. De oppervlakte bestaat behalve uit de laag van centraal loopende bundeltjes uit een daarbovenop gelegen fibrillair netwerk. Vooral de naar de tibia gerichte zijde bezit dit netwerk, terwijl de femurzijde meer de centrale bundellaag laat onderscheiden. Deze laatste neemt centraalwaarts ook in breedte af.

De menisk is zeer rijk aan cellen, waarvan de vormen verschillen, naarmate ze behooren tot de bundels, waarlangs ze dan geschaard zijn of tot de septa, waarin ze geen bepaalde rangschikking vertoonen.

De eerstgenoemde hebben naar gelang men de cellichamen op hun grootste breedte beziet of hun profielen eenen breederen of wel smalleren langwerpigen vorm. In dezelfde verhouding treft men de kernen erin aan. Ze maken de golvingen in de bundels mee.

Op dwarscoupes hebben de bindweefselcellen vertakte of hoekige vormen. De kernen erin zijn nu klein, donker gekleurd of rond, hoekig of afgeplat. Het is natuurlijk weer één celvorm, die door de omstandigheden uiterlijke afwijkingen kan vertoonen.

Enkele kernen zijn in rhexis. Hoewel ze soms door druk zeer lang, tot draadvormig kunnen worden, is dit geen degeneratie, daar haar tinctie nog zeer goed is. Hoewel oorspronkelijk buiten de bundels liggende worden ze, doordat deze onderling zijwaarts gaan versmelten, ingesloten.

In de septa treft men vertakte cellen aan met ronde kernen, die uitloopers tusschen de bundels sturen. Haar cellichaam bevat soms vacuolen, die aan de cel eene teekening geven, die dikwijls niet is te onderscheiden van eene fibrillaire structuur. Daarbij ziet men hoe sommige cellichamen in fibrillen zijn uiteengevallen, te midden waarvan eene dikwijls zeer goed-getingeerde kern ligt.

Elastische vezels loopen als dunne draadjes in de richting der collagene bundels en bereiken soms eene aanzienlijke lengte. Aan de oppervlakte vormen ze een netwerk van elkaar kruisende draden.

De bloedvaten strekken zich tot dicht bij den centralen rand uit. Het zijn nog capillairen met een klein lumen. Ze eindigen veelal blind in eene ophooping van endotheel- en bindweefselcellen. De langwerpige cellichamen van de eersten hebben prachtig kleurbare kernen. De vaten strekken zich tot vlak onder de randzone uit. Aan de periferie hebben ze een lumen, begrensd door een wand met gladde spiercellen.

Een runderfetus van 40 c.M. lengte heeft hetzelfde systeem als de vorige. Alleen zijn de circulaire bundels dikker en ook in de septa zijn dunnere en dikkere strengen ontstaan naast deelen van een lossen, fibril-

lairen bouw. Het fibrillen-netwerk van de oppervlakte is vast van samenstelling.

Op de circulaire bundels liggen de bindweefselcellen bij oppervlakkige beschouwing als breede, ovale en langwerpige cellen met een profiel, dat veel smaller is. Deze cellichamen zijn in volume toegenomen bij de vroeger vermelde vormen vergeleken, zoodat de bundels waartusschen ze liggen voor hen uitwijken. Bij nauwkeuriger toezien, merkt men een zeer dunne membraan om de cellen op, welke dikwijls eenen geringen graad van dubbel-breking bezit. De kleur van deze membraan is twijfelachtig, ze doet zich als een lichte schaduwlijn voor en schijnt noch voor haemaluin, noch voor eosine voorliefde te hebben. De cellen liggen op rijen, die vaak over aanzienlijke lengte niet onderbroken worden en onderling zijn ze dan slechts door haar membraan gescheiden, die door wederzijdschen druk aan de aanrakingsvlakken afgeplat is.

In de septa ontmoet men ook die kapselcellen, doch ze liggen hier alleen op rijen voor zoover ze zich tusschen bundels bevinden.

Ook aan de oppervlaktezone vindt men deze ingekapselde cellen, doch ze zijn hier kleiner dan die tusschen de circulaire peesbundels in.

Het best zijn ze tusschen de laatsten ontwikkeld, zoodat perifeer en centraal, waar deze niet zoo markant zijn, men die cellen ook niet ziet. Vooral perifeer ziet men nog bindweefselcellen, die naar het centrum toe de kapsels aannemen. De bindweefselcellen gaan hare uitloopers intrekken, zoodat de anastomosen opgeheven worden. De cellen worden tevens grooter en de kapsel omgeeft haar en is nog om de korte celuitsteeksels te volgen, totdat ook deze laatsten verdwijnen en de cellen zich zooveel mogelijk als het omgevende weefsel het toestaat, afronden.

Tot eene afronding komt het tusschen de peesbundels

nooit, daar de cellen er zoodanig door beklemd raken, dat, zooals uit dwarscoupes blijkt, haar protoplasma een eindweegs tusschen de bundels dringt, m. a. w. haar lichaam neemt eenen vorm aan, die overeenkomt met de er voor beschikbare ruimte.

Door den druk hebben ze bij bovenaanzicht een aanzienlijke grootte; omdat ze in de lengte en breedte uitgebreid zijn. Ook in de gedaante der kernen manifesteert zich die druk n.l. ze kunnen, behalve dat zij hoekig van vorm zijn, ook plat tegen de circuiaire bundels aanliggen en de laatsten over eenen zekeren afstand van hunne omtrek omvatten.

De eigenlijke overgang van den menisk van het fetus van 6 maanden vormt een stadium, dat te beoordeelen naar de gedaante der cellen, ouder is dan eerstgenoemde.

Terwijl in deze laatste de bindweefselcellen tusschen de circulaire bundels al breedere, ovale vormen gaan vertoonen, bezitten ze in het bedoelde overgangsstadium veel grootere afmetingen. Ze zijn veelal reeds rechthoekig en sluiten met vlakke kanten in rijen achter elkaar. Op dwarsdoorsneden blijken ze zich een eindweegs tusschen de bundels voort te zetten door middel van vleugelachtige protoplasmauitbreidingen en hebben hierdoor het karakter van de z.g. vleugelcellen in pezen. Ze hebben nog geen kapsel gevormd en bezitten rond-ovale kernen.

Het protoplasma in deze vleugelcellen is vrijwel homogeen, uitgezonderd sommige vacuolen en lichte korrels, welke in de minderheid der gevallen zijn te zien.

De leeftijd, noch de grootte van het fetus met laatstgenoemden menisk zijn mij bekend, doch naar de ontwikkeling van de cellen tengevolge van het bezit van sterkere peesbundels, vormt het eenen overgang tusschen de twee laatst beschreven stadia.

Terugkeerende tot het fetus van 40 c.M. dient nog

opgemerkt te worden, dat de randzone het grootste aantal cellen bezit. Geheel aan de oppervlakte zijn het bindweefselcellen, doch naar de diepte toe nemen ze een kapsel aan.

Vergeleken weer met jongere fetus blijkt het aantal cellen in den menisk achteruit te zijn gegaan. Aangezien geen celverval in voldoenden graad is aan te toonen, zal de achteruitgang in celrijkdom te verklaren zijn door een volumetoeneming van collagene elementen, zonder dat de celdeelingen er eenen gelijken tred mee hielden.

Elastische vezelen loopen evenwijdig aan de peesbundels. Het dikste zijn ze aan de oppervlakte. Centraal liggen veel uiterst dunne fibrillen in eene richting evenwijdig aan het niveau van den menisk. Ze loopen alle tamelijk gestrekt, verschillende dikwijls parallel aan elkaar.

Omtrent de vorming van deze elastine draden, kan ik vermelden, dat ik ze waargenomen heb niet alleen tegen den buitenkant van de kapselcellen, doch ook in de kapsel zelf. Ze doen zich hierin voor als zeer kleine zwarte puntjes na fuchsiline kleuring.

In een runderfetus van 50 c.M. is hetzelfde beeld als in dat van 40 c.M. te zien, maar alle elementen hebben weer een hoogeren graad van ontwikkeling bereikt.

De circulaire peesbundels zijn in volume toegenomen en men ontmoet er ook in de septa, waar ze hoewel niet zoo dik als de circulair verloopende, toch stevige bundeltjes vormen.

De onder de oppervlakte gelegen zones zijn zeer rijk aan ingekapselde cellen, die in dit stadium ook geheel centraal gevonden worden. Perifeer vindt men slechts bindweefselcellen.

Zoo blijkt het centrum de periferie in ontwikkeiing vooruit te zijn.

De kapsels rondom de cellen hebben meest eene

twijfelachtige kleur en toonen zich onverschillig voor eosine en haemaluin. Ze doen zich voor als een schaduwlijntje met eene geringe dubbelbreking. Op dwarsdoorsnede blijkt de kapsel eenigszins tusschen de bundels te dringen, welke voor haar uitwijken. Zoo hebben ze in dwarscoupes eenen onregelmatigen vorm. Door deze gedaante is het mogelijk in overlangsche coupes zoowel smalle als breede celdoorsneden te krijgen.

De kernen zijn overeenkomstig den langwerpigen vorm der cellen ovaal en dwars getroffen zijn ze rond. Aangezien om hen heen een voldoende hoeveelheid protoplasma is, dat hen tegen drukkingen vrijwaart, hebben de kernen in dwarscoupes eenen ronden vorm.

Niet overal ziet men de boven beschreven kapsels; ook treft men de cellen omgeven door eene roode membraan aan, die dan iets dikker is. Ze liggen veel daar, waar het bindweefsel wat losser is dan in de septa. Ze zijn niet rond, doch geven aan de cellen eenen onregelmatigen omtrek.

De kapsels met lichte dubbelbreking zijn het gevolg van druk, want steeds treft men deze aan in die deelen, waarin men den grootsten druk kan aannemen, d.i. tusschen de peesbundels, onder de oppervlakte en aan den centralen rand.

Dat we hier voorstadia hebben van kraakbeencellen ligt voor de hand. Wellicht kunnen ze reeds tot kraakbeencellen gerekend worden, doch ze onderscheiden zich toch daarvan door gemis van eene basophiele kapsel.

Voorkraakbeencellen in den geest zooals STUDNICKA ([51] e. v.) en SCHAFFER ([43]) die beschrijven zijn ze niet. Deze cellen, die haar prototype hebben in die van de Achilluspees van den kikvorsch, worden onder den bovenvermelden naam door STUDNICKA aangeduid. SCHAFFER noemt ze liever „vesiculeuse cellen". KÖLLIKER rekent ze als „kraakbeen zonder grondsubstantie" tot typisch kraakbeen.

STADELMANN geeft er den naam van „pseudokraak-

been" aan, terwijl anderen het weer tot bindweefselkraakbeen rekenen.

Deze cellen hebben de volgende typische eigenschappen.

Ze hebben groote, blaasvormige cellichamen met een zeer vast homogeen protoplasma, dat tengevolge van deze resistentie een geringe retractiliteit bezit voor fixaties. Ze zijn omgeven door eene dunne, acidophiele kapsel; zelfs daar, waar ze levenslang in dezen vorm blijven, wordt die membraan niet dikker. Haar kern is nagenoeg rond en bezit een wijdmazig chromatinenet. Ze onderscheiden zich van kraakbeencellen hierdoor, dat deze een gemakkelijk schrompelend protoplasma bezitten, dat niet homogeen is, omgeven zijn door een basophiele kapsel en donkerder getingeerde kernen bevatten.

De typische voorkraakbeencellen vindt men bij lagere gewervelde dieren, doch ook bij vogels heeft men ze aangetroffen aan de plantaire vlakte van pezen van de teenbuigers. Ook bij de zoogdieren en den mensch vindt men in de literatuur opgaven, dat zulke cellen gevonden zouden zijn. SCHAFFER [43] is het met TILLMANNS eens, dat op de pees van de M. quadriceps blaasvormige cellen met een resistent homogeen protoplasma en dunne kapsels gelegen zijn, analoog aan die op de buigers der teenen van de vogels.

Doch verschillen de in den menisk gelegen cellen van deze door eene niet-acidophiele kapsel en door haar sterk retractiel protoplasma, dat ook niet homogeen is.

Ook die celvormen, die in het laatst beschreven stadium in den menisk gevonden werden, n.l. de onregelmatig ronde, door een vrij breede acidophiele membraan omgeven cellen, kunnen niet tot de voorkraakbeen- of vesiculeuse cellen gerekend worden. De membraan is hiervoor te breed en het celprotoplasma

te retractiel. Wel zullen ook deze een zeker voorstadium van kraakbeencellen uitmaken, maar ze zijn op te vatten als bindweefselcellen, die hare eerste veranderingen hebben ondergaan, op haren weg tot de kraakbeencel. Ze hebben zich reeds wat afgerond en vergroot, hare uitloopers verloren en een exoplasma gekregen.

Na deze uitwijding over kraakbeencellen keeren we terug tot den menisk van het 50 c.M. lange runderfetus.

In fuchsiline-eosine preparaten doen zich de elastische vezels voor als een netwerk. Ze loopen weer het meest in de richting der peesbundels, zijn echter aan de oppervlakte van deze gelegen; waar ze in dwarscoupes binnen de bundels gelegen zijn, blijkt zeer dikwijls, dat in die dwarse doorsneden daarvan nog grenslijnen zijn waar te nemen, die aangeven hoe die grootere bundels uit kleinere zijn samengesteld. De elastische vezels liggen dan steeds in deze grenslijnen.

De kraakbeencellen schijnen nog aan de vorming van deze draden mee te werken, want op dwarsdoorsnede kan men deze aantreffen buiten, in of binnen de kapsel.

Zoo bijv. waar twee cellen tegen elkaar aan gelegen zijn, slechts door haar membraan gescheiden, is de ligging van elastische draadjes daarin en daarbinnen goed waar te nemen.

Omtrent het voorkomen van deze elementen in het protoplasma is met zekerheid verder niets te zeggen door de schrompeling der cellichamen.

Een weer wat verder gevorderd stadium vertoont de menisk van een paardenfetus van 7 maanden.

De circulaire peesbundels verloopen iets golvend en zijn in omvang toegenomen. Alleen de septa zijn minder ontwikkeld dan bij het rund. Perifeer ziet men hierin collagene bundels centraalwaarts loopen, die zich weldra oplossen in dunne bindweefselstrookjes, die kleinere circulaire bundelgroepjes omvatten.

De randzone bevat in sagittale en transversale coupes zoowel dwars als overlangs getroffen collagene bundeltjes. Aan de oppervlakte zijn bindweefselcellen gelegen; in de diepte worden ze tot jonge kraakbeencellen. In deze laatste treft men geen deelingsvormen aan, zoodat de bindweefselcellen aan de oppervlakte waarschijnlijk de taak hebben voor de volumetoeneming van den menisk te zorgen. Tot aan den centralen rand zijn aan de oppervlakte de bindweefselcellen te vinden.

Tusschen de circulaire bundels en in de septa vindt men de jonge kraakbeencellen. In dwarscoupes is te zien hoe deze met uitbochtingen tusschen de bundels indringen en dan eene ronde kern bezetten. Op lengtedoorsnede zijn zij naar gelang ze meer aan de periferie of dichter bij de kern zijn getroffen, smal of breed ovaal. De kern is langwerpig.

Een paardenfetus van 10 maanden bezit eenen menisk, die veel vaster is van samenstelling dan de vorige. De circulaire collagene bundels zijn sterk tegen elkaar gedrukt en hebben een golvend verloop. Dat deze golvingen zoowel in dit stadium als in het vorig beschrevene geen kunstproducten zijn door fixatie ontstaan, blijkt uit de omstandigheid, dat ze in het levende weefsel ook voorkomen. De menisk n.l. versch gesneden en vervolgens met verdunde methyleenblauw gekleurd, vertoont dezelfde golvingen.

De oppervlakte is bedekt door een collageen, fibrillair netwerk, waaronder eene laag wordt aangetroffen, waarin een centraal vezelverloop is op te merken. Deze staat met de septa in verband, die er naar de oppervlakte in overgaan. Aan de femurzijde van den menisk is bedoelde bindweefsellaag het dikste.

De septa zijn aan de periferie het breedst en bevatten daar bloedvaten van een reeds aanzienlijke doorsnede en door eene sterke adventitia omgeven.

De septa gaan zich weldra centraalwaarts in smalle bindweefselstrengetjes oplossen.

Tusschen de circulaire peesbundels liggen de jonge kraakbeencellen op rijen, die door wederzijdschen druk afgeplatte zijden hebben.

Perifeer vindt men bindweefselcellen en centraalwaarts gaan ze in kraakbeencellen over, doordat ze haar uitloopers verliezende zich afronden en vergrooten en met een kapsel omgeven. Bovendien neemt centraal het aantal cellen af.

De oppervlakkige laag bevat bindweefselcellen, die naar de diepte toe ook tot jonge kraakbeencellen worden.

Terwijl de ingekapselde cellen, tot nu toe beschreven, zijn op te vatten als jonge kraakbeencellen, die vooral tot de perifere gedeelten zijn beperkt, treedt centraal dit karakter sterker op den voorgrond. Hier krijgen de cellen donkere, ronde kernen en een duidelijk basophiele kapsel en door verdere kitafscheiding ondergaat ook haar omgeving deze kleurverandering. In de zoo gevormde kraakbeendeelen, die zich tot de centrale gedeelten van de septa beperken, is de fibrillaire bouw nog te herkennen.

De bloedvaatjes strekken zich tot bij den centralen rand uit met een nauw lumen, waarin wel bloedlichaampjes voorkomen en waarvan de wand gevormd wordt door eene endotheel bekleeding met eene losse adventitia. Slechts aan de periferie zijn gladde spiervezelen in den wand te vinden. De elastische vezelen zijn sterk in aantal toegenomen en kunnen, hoewel ze dun zijn, eene aanzienlijke lengte bereiken. Ze loopen meer gestrekt dan de bundels, waarop ze gelegen zijn en wier richting ze volgen. Alleen in de septa vormen ze veelal een netwerk. In verschillende afmetingen treft men ze aan, ook vereenigingen of splitsingen ervan. Aan de randzone loopen ze evenwijdig aan het niveau van den menisk.

In ontwikkeling volgt hierop de menisk van een runderfetus, waarvan mij de leeftijd en de lengte onbekend zijn. Het weefsel is zeer compact en pezig met sterke, circulaire bundels. Ook de septa zijn stevige banen geworden met centraal loopende bundels erin.

Tusschen de circulair liggende bundels rijen zich ingekapselde cellen, welke meest eenen rechthoekvorm bezitten en met de vlakke kanten aan elkaar sluiten. Ze kunnen dikwijls eene aanzienlijke breedte hebben. Hare kernen zijn rond, het protoplasma is niet homogeen, doch daarin zijn korrels en vacuolen te vinden.

Op dwarsdoorsnede hebben ze eenen onregelmatigen vorm. Perifeer vindt men nog de bindweefselcellen in de septa, die met lange uitloopers onderling anastomoseeren.

In de centrale helft vindt men de kapsels der kraakbeencellen reeds duidelijk basophiel.

De bloedvaten naderen tot dichtbij den centralen rand en bezitten daar een met bloed gevuld lumen. Ze hebben nog slechts eene endotheel-bekleeding met een adventitia, die naar de periferie breeder wordt.

De elastische vezels zijn dun, loopen in de richting der collagene elementen en vormen in septa en adventitia wel netwerken. Een voorbeeld zag ik, waarbij een elastische vezel in de kapsel gelegen was.

De menisk van een voldragen runderfetus bezit circulaire peesbundels, die reeds een minder golvend verloop hebben. Ze zijn in volume toegenomen en verbonden door septa, die, wat hun breedere gedeelten betreft, sterke, centraal verloopende peesbundels kunnen bevatten en in hun smalste afmetingen slechts uit enkele fibrillen bestaan.

De cellen aan de periferie zijn alle bindweefselcellen, evenals aan de oppervlakte. Centraalwaarts mengen er zich steeds meer kraakbeencellen onder, zoodat de centrale rand in de diepte slechts uit deze laatsten bestaat.

De oppervlakkig gelegen cellen zijn echter alle tot aan het centrum toe bindweefselcellen; wel worden die, welke hieronder gelegen zijn kraakbeencellen en komen steeds dichter bij de oppervlakte, doch aan het niveau bezitten ze geen kapsels.

Centraalwaarts neemt het aantal cellen af, hoewel er geen celverval is op te merken.

De jongste kapsels zijn dun en onverschillig voor eosine en haemaluin. Verder ziet men ze bij haar eerste optreden de bindweefselceluitloopers over een kleinen afstand volgen en waar de uitloopers ingetrokken en korter worden, blijken ze steeds in de ruimten tusschen de peesbundels over te steken, dringen dus nooit ver hierin door.

Zoo hebben ze op dwarsdoorsnede de onregelmatige vormen, waardoor de smalle en breede ovale overlangsche doorsneden zijn verklaard.

Centraal gaan de kapsels sterk basophiel worden, waarbij een meerdere stevigheid optreedt, want waar de eerste dunne membranen onder invloed van drukkingen staan, die hen een onregelmatigen contour geven, zijn de latere basophiele kapsels rond op beide doorsneden d. w. z. ze hebben eene zoodanige resistentie, dat de druk der peesbundels haar vorm niet meer beinvloedt en zelfs gaan de laatsten voor hen uitwijken.

Behalve dat de kapsels door kitafzetting basophiel worden, neemt de omgeving der cellen eveneens tengevolge van eene doordrenking met kit de haemaluinkleur aan.

Het eerst zullen de lossere deelen deze verandering ondergaan, daar hierin die stof gemakkelijker doordringt. Dit zullen zijn in de eerste plaats de smalle septa, zoodat men op dwarsdoorsnede de bundels door blauwe lijntjes gescheiden ziet.

Doch ook in de breedere septa worden de lossere deelen weldra met kit doordrenkt. Dit geschiedt toch

eerst in de centrale gedeelten van den menisk, omdat hier de echte kraakbeencellen gevonden worden. De fibrillaire grondsubstantie wordt er echter nog niet door gemaskeerd, zoodat het kraakbeen nog geen hyaline karakter heeft.

Ook de cellen tusschen de peesbundels gaan echter kit afscheiden en daar deze laatsten er zich niet door laten doordrenken, geschiedt deze afzetting slechts aan de smalle einden der cellen, waar ze tusschen de circulaire bundels een eindweegs kan doordringen. Ze wordt dus door de bundels a. h. w. in een bedding gehouden, die eene zijwaartsche uitbreiding belet.

Nergens was om de cellen eene dubbele kapsel waar te nemen.

Het een en ander omtrent kraakbeengrondsubtantie in de literatuur medegedeeld, vermeld ik later, wanneer in den menisk het kraakbeenige element eene meerdere uitbreiding heeft gekregen.

Alleen wil ik door de verschillen, die er bestaan in de kapsels van jongere en oudere kraakbeencellen, als mijn meening te kennen geven, dat beide niet volkomen identiek zijn. De opvatting van STUDNICKA, dat bij de kapselvorming in de eerste plaats exoplasma gevormd wordt, waarbij secundair een secretie is aan te nemen, lijkt mij de juiste te zijn. De primaire dunne iets dubbelbrekende membraan schijnt mij toe een protoplasmaverdichting te zijn aan de oppervlakte. Zij wordt door eene voortgezette exoplasmavorming dikker, terwijl door een secretie o.a. van chondroitine zwavelzuur haar voor kleurstoffen veranderd impregnatievermogen te verklaren is.

In den laatst beschreven menisk dringen de bloedvaten tot den centralen rand toe door en reiken tot direct onder de oppervlakte.

Aan hun einden zijn het nog endotheel spruiten zonder lumen, doch perifeerwaarts krijgen ze weldra

een lumen, waarin bloedcellen aangetroffen worden, een sterke adventitia van los bindweefsel en op de helft van den menisk eenen gladde-spierwand. Onder de oppervlakte zijn ze ook nog weinig meer dan endotheel spruiten met soms een zeer klein lumen. Sommige cellen uit de adventitia gaan zich omgeven met een kapsel en worden echte kraakbeencellen, die het losse perivasculaire bindweefsel met kit doordrenken zonder het tot een hyaline kraakbeen te maken.

Elastische vezelen vindt men in een groot aantal evenwijdig aan de circulaire, collagene bundels loopend; in de septa is haar richting onbepaald.

Ze zijn zeer verschillend in dikte en lengte en hebben meest een meer gestrekt verloop dan de circulaire peesbundels.

Soms zijn ze zeer breed en nemen het karakter aan van eenen homogeen uitziende elastine bundel. In andere gevallen vormen ze netwerken vooral aan de periferie, waarin splitsingen en vereenigingen van draden voorkomen.

In den bouw komt de menisk van een voldragen paardenfetus met dien van het rund overeen.

Tusschen de bundels en in de septa komen kraakbeencellen voor. Perifeer laten deze in haren vorm nog het bindweefsel karakter herkennen in zoover, dat de kapsel zich tegenover kleurstoffen neutraal verhoudt, zeer dun is en tusschen de bundels uitbochtingen vertoont. Meer naar het centrum krijgen ze een uitgesproken basophilie en worden dikker en resistenter, zoodat de uitbochtingen verdwijnen en de cellen vrijwel eene kogelvormige gedaante aannemen.

Hierbij wordt de kern veelal donkerder, waarschijnlijk doordat ook deze nagenoeg den kogelvorm krijgt en het chromatinenet dichter wordt.

Bindweefselcellen worden nog aan de periferie en aan de oppervlakte gevonden.

In het centrale deel hebben de kraakbeencellen kit afgezet, vooral in de septa, doch de bindweefselfibrillen en celuitloopers worden er niet door gemaskeerd en zijn in van GIESON preparaten duidelijk aan te toonen. Men ziet dan soms bij de afgeronde kraakbeencellen protoplasmauitloopers, die door de kapsel zijn afgesnoerd, buiten de cel een eindweegs zijn te vervolgen en die zelfs anastomosen met andere cellen aangaan. Evenwel komen ook vertakte kraakbeencellen voor, waarbij de kapsel om het cellichaam zich langs de uitloopers nog voortzet en ten slotte treft men in de kraakbeengedeelten nog bindweefselcellen, wier uitloopers over een zeer grooten afstand in de kit loopen. Omtrent het voorkomen van bloedvaten en elastische vezelen kunnen we herhalen, wat hierover gezegd is bij de behandeling van den vorigen menisk.

In den menisk van een kalf van 5 dagen en in dien van een week oud verloopen de circulaire peesbundels bijna gestrekt en vertoonen nog slechts eene zeer geringe golving. Aan de oppervlakte vindt men eene laag, waarin collagene bundeltjes eene centrale richting bezitten. Deze laag wordt bedekt door een fibrillair netwerk, dat de uiterste zone van den menisk vormt.

De septa hebben weer eene grootere vastheid, gaan meer en meer uit sterke peesbundels bestaan, die centraalwaarts loopen. Hunne grootste breedte bezitten ze aan de periferie, waar ze grootere complexen van de circulaire peesbundels omsluiten, terwijl smallere septa aan den binnenrand en naar de oppervlakte toe de enkele bundels omvatten. Zij gaan aan de oppervlakte over in de binnenste der beide daar gelegen lagen, waarmee ze aan den centralen rand gezamenlijk met de peesbundels een vast, fibreus kraakbeenweefsel vormen.

Doch pleksgewijs treden in de septa plaatsen op,

waar de grondsubstantie zich met haemaluin kleurt. Ze zijn nog geen homogene hyalinekraakbeenmassa, want de fibrillaire bouw, die er den grondslag van vormt, is nog duidelijk daarin te onderkennen en met van GIESON-kleuring nemen de fibrillen de roode tint aan.

Deze eilanden, waar kraakbeen gaat optreden, nemen centraalwaarts in omvang toe en in dwarscoupes blijkt de geheele centrale rand basophiel te wezen.

De celrijkdom is het sterkst aan de periferie en neemt naar het centrum toe af.

De oppervlakte, die bij fetale menisci steeds het celrijkst was, verschilt nu niet meer in dit opzicht van het dieper gelegen weefsel. Het geheele weefsel is hierbij armer aan cellen geworden. Dit is niet alleen te verklaren door eene toeneming in volume van den menisk zonder dat er een celvermeerdering gelijken tred mee hield, maar ook absoluut gaat het aantal cellen achteruit n.l. door verval. Vooral aan de periferie ziet men veel karyorhexis en het sterkst heeft deze necrose plaats aan de oppervlakte. Hier toch trof men in het fetale leven de meeste cellen aan, terwijl nu een zeer groot deel reeds verdwenen is in de centrale helft ervan. Aan de periferie is het celverval nog gaande; karyorhexis is het meest voorkomende verschijnsel hierbij, karyolysis is zelden te zien. De meest perifeer gelegen deelen vertoonen de celdegeneratie het minst, zoodat we hieruit kunnen besluiten, dat vele cellen opgeruimd worden door eene degeneratie, die vanuit het centrum naar de periferie toe voortschrijdt.

De cellen vertoonen de reeds zoo dikwijls beschreven veranderingen. De dichtst bij de gewrichtskapsel gelegen cellen zijn bindweefselcellen; deze ronden zich meer af, worden grooter, en gaan zich omgeven met eene eerst dunne kapsel, die meer naar het centrum toe dikker en basophiel wordt, terwijl de kern zich gaat afronden en tevens wat donkerder wordt. Men vindt

dit zoowel in de septa als in de circulaire peesbundels. Maar de echte kraakbeencellen met basophiele kapsels liggen meer in de septa dan tusschen de bundels.

Nu worden centraal en naar de oppervlakte de septa zoo dun, dat het niet meer te zien is of de hierin voorkomende cellen behooren tot de bundels of tot de septa. Ook in de septa liggen de kraakbeencellen tusschen de hierin verloopende bundels op rijen, vaak met platte zijden tegen elkaar sluitend. Voor zoover deze kraakbeencellen te midden van collagene elementen liggen, heeft men op die plaatsen met een „bindweefselkraakbeen" te doen. Overgangen tot hyalinekraakbeen vinden we in die deelen van de septa, waarvan de grondsubstantie zich met haemaluin gaat kleuren, zonder nochthans een homogeen karakter te hebben. Doch direct rondom de kraakbeencellen ontstaan kleine hyaline zones, die aan haren omtrek geleidelijk in bindweefselkraakbeen overgaan. De door de kraakbeencel afgescheiden kit hoopt zich het sterkst op in hare directe omgeving en doordringt langzamerhand grootere oppervlakten.

Doch het eigenaardige is hierbij, dat die kraakbeeneilandjes steeds optreden rondom de bloedvaatjes en dat de bindweefselcellen uit de adventitia tot kraakbeencellen worden.

Het gevolg hiervan is, dat de vaten, bij uitbreiding dezer kraakbeendeelen, oblitereeren. Centraal n.l. waar dit kraakbeen eene meerdere uitbreiding bezit, ziet men de vaatlumina circulair nauwer worden of afplatten. Hierbij zijn dan alle bindweefselcellen uit de adventitia tot kraakbeencellen geworden, zoodat alleen de endotheliale bekleeding erin overblijft. Ook deze bindweefselcellen gaan zich afronden, met eene dunne tegenover kleurstoffen zich neutraal verhoudende membraan omgeven, die gering dubbelbrekend is, later basophiel en tevens dikker wordt.

Zelfs meen ik endotheelcellen in kraakbeencellen te

hebben zien veranderen, n.l. als een bloedvat bijna geheel is geobliterereerd en zijne inwendige celbekleeding te midden van een kraakbeenstuk overblijft, is soms waar te nemen, dat ook deze cellen zich gaan vergrooten, afronden en met een membraan omgeven. Trouwens in de meest centraal gelegen deelen is soms aan de kraakbeencellen nog eene circulaire ligging waar te nemen. Door het eerst centraal optreden van het kraakbeen, dat zich naar de periferie toe uitbreidt, worden de bloedvaten ook in dezelfde richting teruggedrongen.

De centrale rand, waar het weefsel uit een compact pezig netwerk bestaat, bevat ook kraakkeencellen, die kit in hare omgeving afzetten. Doordat het peesweefsel hiervoor slecht doordringbaar is, geschiedt de uitbreiding zeer langzaam. De kitsubstantie deelt in geringen graad aan de omgeving hare voorliefde voor haemaluin mede, zoodat het weefsel bij haemaluin-eosinekleuring paars wordt.

Van sommige kraakbeencellen is het protoplasma bij deze kleuring blauw en schijnt in een fijn fibrillair netwerk uiteen te vallen. Heeft dit over het geheele cellichaam plaats gehad dan ontbreekt eene kapsel, waar het eenzijdig gebeurt, is de kapsel aanwezig aan die zijde, waar het protoplasma nog homogeen is. De kern vond ik hierbij nog goed gekleurd en intact. We zullen deze vormen in oudere menisci weer ontmoeten en bespreken ze in verband met andere daar aanwezige celveranderingen.

Elastische vezels loopen in de richting van de collagene fibrillen. In den centralen rand en in de septa vormen ze netwerken. Waar men ze in het kraakbeen aantreft, worden ze niet door kit gemaskeerd, doch zijn duidelijk te vervolgen.

Vergeleken met bovenstaande beschrijving bezit eene

kat van 6 weken eenen menisk, die in ontwikkeling bij den vorigen verre ten achter is.

De circulaire peesbundels liggen vrijwel gestrekt en de septa zijn smal en treden minder op den voorgrond. Aan de oppervlakte versmelten ze met eene laag, waarin de bundeltjes centraalwaarts loopen.

Het weefsel is nog zeer celrijk en de cellen zijn in de verschillende deelen gelijkmatig verdeeld. Alleen de oppervlakte bezit aan de periferie eene groote hoeveelheid bindweefselcellen, die men over het geheele niveau en in het buitenste deel van den menisk aantreft.

Tusschen de peesbundels liggen de cellen, omgeven door een dunne ongekleurde iets dubbelbrekende membraan. Ze bezitten rondom de ovale of ronde kern weinig protoplasma. Men vindt er twee vormen in, waarvan de smallere weer de profielen van de breedere zijn. Ze liggen in rijen met de platte kanten tegen elkaar aan.

Echte kraakbeengrondsubstantie of basophiele kapsels worden er niet in aangetroffen.

Bloedvaten begeven zich in den menisk in den vorm van endotheel woekeringen, die voor zoover ze aan de einden gelegen zijn eene onregelmatige, aan de periferie een circulaire rangschikking krijgen, waarbij tevens een lumen ontstaat.

Elastische vezelen worden in een zeer klein aantal gevonden.

De menisk van eenen hond van 8 weken bevat circulaire peesbundels, die eene zeer geringe golving bezitten. Ze zijn bij de vleeschetters veel dunner dan bij de andere huisdieren, doch bezitten overigens denzelfden bouw. Men kan er de fibrillaire samenstelling niet meer aan onderkennen. Nu gaat deze teekening bij zure fixatiemiddelen wel grootendeels verloren, doch ook bij gebruik van niet-zuur reageerende vloeistoffen

en zelfs in versch gesneden preparaten, met methyleenblauw gekleurd, kan men die fibrillaire samenstelling, naarmate het individu ouder wordt, steeds minder duidelijk waarnemen, terwijl de golvingen er in meer en meer verstrijken.

De septa zijn veel smaller dan bij de andere huisdieren. Bij den hond en de kat treft men vooral in het midden van den menisk enkele breede septa aan, die zich direct in veel smallere oplossen, die, hetzij grootere groepen van bundels, hetzij bundels apart kunnen omsluiten. We zien dus niet, zooals bij de andere dieren, dat de breedste septa aan de periferie worden gevonden, die zich naar de oppervlakten en den centralen rand in steeds smallere verdeelen. De overgang is niet zoo geleidelijk. Ze vermengen zich aan de oppervlakte met eene laag van zeer compacten bouw, waarin geen structuur meer is te onderkennen. Slechts naar de ligging der cellen, die alle met hare lengteas centraal zijn gericht, kan men oorspronkelijk centraalwaarts verloopende elementen aannemen. Ook de centrale rand is een structuurlooze massa.

De oppervlakte is het celrijkste gedeelte en bevat bindweefselcellen, het talrijkst aan de periferie. Centraal nemen ze in aantal af.

Tusschen de circulaire peesbundels en in de septa liggen jonge kraakbeencellen vaak met haar platte zijden aan elkaar grenzend. De kapsels bezitten nog geen affiniteit voor bepaalde kleurstoffen. De cellen hebben alleen aan den centralen rand in haar directe omgeving kit afgezet. Hier zijn haar kapsels tevens basophiel. Overigens is de grondsubstantie acidophiel, zoodat het weefsel als bindweefselkraakbeen kan worden beschouwd.

De bloedvaten zijn tot halverwege den menisk binnengedrongen en aan hun einden nog zonder lumen. Dat ze nog eenen groei naar het centrum toe bezitten,

en niet zich hieruit terugtrekken, is daaruit op te maken, dat er nog geen kraakbeen rondom hen gevormd is, dat hen doet oblitereeren en nergens zijn verder plaatsen te vinden, waarin dergelijke bloedvaten liggen.

Elastische vezelen van verschillende dikte en lengte loopen in circulaire richting. In de septa vormen ze wel netwerken. Overigens zijn ze in gering aantal aanwezig.

Zoo zien we, dat bij den hond de menisk na de geboorte zijne voornaamste ontwikkeling krijgt, want een zeer sterke vooruitgang is waarneembaar vergeleken met dien van een ongeveer voldragen fetus. Hierin waren de septa en circulaire bundels nog slechts aangegeven en nu reeds laten niet alleen deze beide deelen zich duidelijk onderscheiden, doch er zijn reeds kraakbeencellen ontwikkeld.

De menisk van een varken van 7 weken bezit circulaire bundels, waartusschen de septa als pezige strengen loopen. Tusschen de eersten liggen de kraakbeencellen op rijen, in de laatsten vormen ze veel groepjes, met haar vlakke zijden aan elkaar grenzende. Het weefsel is nog zeer celrijk. Alleen aan den rand liggen nog bindweefselcellen. Er gaat zich reeds rondom de kraakbeencellen diffuus kit afzetten, waardoor de fibrillen evenwel nog niet geheel gemaskeerd worden.

Elastische vezelen zijn zeer spaarzaam aanwezig. De bloedvaten hebben zich tot de perifere helft teruggetrokken, terwijl centraal geen resten meer zichtbaar zijn.

Een veulen van 6 maanden bezit een menisk, waarin de circulaire peesbundels gestrekt verloopen, terwijl de septa hen kruisen. De laatsten zijn perifeer breede bindweefselbanen van tamelijk lossen bouw, doch centraal veranderen ze geheel in kraakbeen. In de basophiele grondsubstantie zijn echter de collagene fibrillen niet gemaskeerd, zijn in haar verloop te volgen en met van GIESON nog rood te kleuren.

Wel ziet men hierbij, dat de kitsubstantie de collagene bundels doordrenkt en ontleedt. Deze n.l. vallen voor zoover zij in de kraakbeensubstantie liggen uiteen in fibrillen, waardoor ze zich dikwijls als tot een penseel verbreeden.

De randzone, die perifeer nog acidophiel is, vertoont eene samenstelling uit golvende aan de oppervlakte evenwijdig verloopende fibrillen. Centraal wordt ze kraakbeenig, doch ook hierin zijn de fibrillen nog optisch en chemisch aan te toonen.

Tevens is ze het rijkste aan cellen, welke aan de periferie bindweefselcellen zijn. Soms hebben deze eene aanduiding van eene kapsel om zich heen, waarbij ze eenen ovaal-ronden vorm aannemen en de fibrillen voor zich doen uitwijken. Ook kan, waar eene kapsel reeds bestaat, de cel toch de golvingen van de fibrillen meemaken.

Centraal worden de kapsels weer duidelijker, terwijl het aantal cellen afneemt. De kraakbeencellen liggen dan als biconvexe lichamen met hare grootste afmetingen evenwijdig aan de oppervlakte en verdringen geheel de bindweefselcellen.

Tusschen de circulaire peesbundels en in de septa vindt men perifeer bindweefselcellen, naar het centrum toe worden ze weer kraakbeencellen, terwijl haar aantal afneemt. De centrale rand bestaat uit eene structuurlooze basophiele grondsubstantie, waarin kraakbeencellen gelegen zijn, zonder echter hyalinekraakbeen te vormen.

Vele cellen aan de periferie vertoonen karyorhexis en door deze degeneratie neemt haar aantal centraal sterk af. Niet alleen bindweefselcellen, ook kraakbeencellen vertoonen verval, dat zoowel aan de oppervlakte als in de diepere deelen wordt aangetroffen. De weinige elastische vezelen loopen evenwijdig aan de oppervlakte, minder golvend dan de fibrillen waar ze tusschen liggen. Ze volgen meestal de richting der peesbundels en hebben vrijwel alle dezelfde dikte.

De bloedvaten worden door het kraakbeen teruggedrongen, want waar dit begint op te treden zijn geen vaten meer te vinden. Het blijkt tevens dat het niet slechts een dichtdrukken ervan is, doch er kan eene woekering bij ontstaan, waardoor het lumen verstopt wordt. Aan het einde, dat door het kraakbeen omsloten wordt, treedt eerst eene vermeerdering van bindweefselcellen op, waaraan ook de endotheelcellen meedoen. Men krijgt dan ongeveer hetzelfde beeld, als toen de vaten in een vroeger stadium binnendrongen, alleen met dit verschil, dat aan hun einden in het laatste geval het aantal endotheelcellen domineerden, terwijl in het eerste de bindweefselcellen overheerschend zijn.

Na deze woekering treedt karyorhexis in sommige cellen op, andere worden tot kraakbeencellen. De kernen deelen bij haar verval haar chromatine kleurstof aan de omgeving mee, zoodat de grondsubstantie donker blauwe korrels bevat.

In den menisk van eenen hond van 9 maanden herkennen we denzelfden bouw als in dien van 8 weken. Alleen het kraakbeenelement treedt veel meer op den voorgrond. De septa bestaan uit eenige breede banen in het midden, waarvanuit smallere centraal en naar de oppervlakte gaan.

De septa zijn, behalve geheel aan de periferie, kraakbeenig geworden, zoodat de breede deelen ervan groote kraakbeeneilanden vormen. Ze bevatten veel kraakbeencellen. De smalle septa doen zich in dwarscoupes bij haemaluinkleuring voor als blauwe lijntjes, die de tusschen hen liggende bundels in alle richtingen omsluiten. Ook hierin liggen kraakbeencellen evenals tusschen de bundels. Zoo is veelal niet te zien, welke cellen oorspronkelijk tot de bundels en welke tot de septa behooren, doordat deze laatste zoo smal zijn.

Het geheele weefsel is nog zeer celrijk, in tegenstelling met de menisci der planteneters, die na de geboorte in celaantal achteruit gaan. Weliswaar vertoont het eerste celverval, waarbij de kernen zoowel in rhexis als in lysis kunnen verkeeren, doch dit strekt zich slechts over een klein aantal uit. Aan de oppervlakte, waar perifeer het weefsel nog de meeste bindweefselcellen bevat, komt dit nog het sterkst uit.

Verder gaan reeds enkele kraakbeencellen in kitsubstantie over. Haar protoplasma kleurt zich gelijkmatig met haemaluin, waarbij het een meerdere resistentie krijgt en bij de fixatie eene geringe schrompeling vertoont. Haar kern wordt kleiner en is zeer donker gekleurd.

Overal zijn de kraakbeencellen door eene enkele kapsel omgeven. Slechts de fibreuse septa aan de periferie houden bloedvaten in, de kraakbeenige missen hen. Doch ook perifeer gaan ze reeds dicht woekeren, want eene celrijke fibrillaire massa vult hun lumen aan de einden op. Dergelijke plaatsen, die aanwijzen, dat er oorspronkelijk bloedvaten gelegen waren, ziet men ook in de kraakbeendeelen.

Hier worden ze aangegeven door kraakbeencellen, die in ronde groepjes bij elkaar liggen.

De weinige elastische vezelen loopen in de richting der collagene elementen en zijn van zeer uiteenloopende lengte en dikte.

Een éénjarige geit heeft een menisk, waarin het systeem van circulaire bundels en septa minder duidelijk op den voorgrond treedt.

De laatste zijn breede, pezige banen, die zich tusschen de bundels mengen tot een onregelmatig netwerk en zich niet oplossen in steeds smaller wordende schotten. Ze vormen in deze preparaten breede pezige verbindingen van de oppervlakten en bereiken hun grootste volume halverwege den menisk.

In overlangsche coupes verloopen de circulaire bundels lichtgolvend. Kraakbeeneilanden ontstaan in de septa, die hier en daar reeds een echt hyaline karakter kunnen hebben. Het centrale deel is reeds kraakbeenig, ofschoon de collagene bundels er nog zichtbaar in verloopen.

Doch ook elders ziet men hoe de kit langzamerhand de collagene bundels gaat doordrenken en tevens haar affiniteit voor basische kleurstoffen aan hen meedeelt, waardoor het weefsel daar in haemaluin- eosine preparaten een paarse tint krijgt.

De oppervlakte is aan haar periferie het rijkst aan bindweefselcellen, die centraal tot kraakbeencellen en tevens minder in aantal worden.

Haar cellichamen gaan zich eerst met eene kapsel omgeven, bezitten in lengtecoupes eenen langwerpigen vorm en zijn in dwarsdoorsneden rond. Ze liggen met haar lengteas evenwijdig aan de oppervlakte en zijn centraal gericht. Verder centraal ronden ze zich geheel af en liggen te midden van een pezige substantie.

Ook tusschen de bundels en in de septa gaan de bindweefselcellen geleidelijk in kraakbeencellen over en neemt haar aantal af. Hierbij wordt de kapsel resistenter en kan zich, ondanks den druk der omliggende bundels afronden.

Kerndeelingen komen in de eenmaal ingekapselde cellen hoogst zelden voor. Slechts één kerndeeling zag ik, waarbij de twee kernhelften nog door een zeer smalle brug verbonden waren, zoodat ik den indruk kreeg met een directe kerndeeling te doen te hebben. Het cellichaam zelf had zich niet gedeeld. Trouwens men ontmoet soms meer twee kernen in een cel.

Meerdere afwijkingen in vorm en aard der cellen waren hierbij waar te nemen. Zoo trof ik enkele kraakbeencellen aan, die bijna driemaal grooter waren dan de gewone. Daarbij bezaten ze verdikte kapsels, terwijl

haar protoplasma in kit was overgegaan, omdat dit geheel basophiel was.

Dit proces gaat gepaard met een verdwijnen, onduidelijk worden en schrompeling, soms ook met verdubbeling van de kern.

Doch van de gewone kraakbeencellen gaan ook zeer vele in kit over, waarbij meestal de kernen klein en donker gekleurd worden.

Daarnaast werden cellen aangetroffen, die schijnbaar eenzijdig in kit overgingen en waarbij die zich in den vorm van een halve maan aan de binnenzijde der kapsel afzet.

Waar deze degeneratie-vormen in de acidophiele substantie aangetroffen worden, zijn ze scherp van de omgeving afgeteekend en ziet men er alle tinten van blauw in, van licht tot zeer donker.

Liggen ze echter te midden van kraakbeengrondsubstantie, dan is haar beeld niet zoo opvallend. Ze zijn dikwijls slechts eene schim en is tevens de kapsel vervaagd, dan is eene kernrest veelal het eenige bewijs, dat hier eene kraakbeencel heeft gelegen.

Coupes, de bovenvermelde celafwijkingen bevattende, heb ik gedurende vier dagen in eene zwakke kaliloogoplossing gelegd, welke tot 40 graden C. verwarmd bleef. Hierna bleek bij gewone haemaluin eosine-kleuring, dat de basophiele cellen niet meer aanwezig waren, terwijl hare plaatsen nog slechts door leege kapselholten werden aangegeven.

Op dezelfde wijze gedurende eene week in zeer zwakke salpeterzuur verblijvende, bleken in haemaluineosine preparaten de blauwe cellen nog aanwezig, ofschoon ze door den digereerenden invloed van het zuur niet homogeen zich kleurden, doch eenigszins in kleine stukjes waren verdeeld, die toch aan elkaar bleven liggen en zoo den celvorm nog aanduidden.

Later kom ik op deze cellen terug.

Omtrent den microscopischen bouw van den menisk van het volwassen individu kan voor het paard, het rund en den hond het volgende in het algemeen opgemerkt worden.

Aan de periferie hebben de septa hunne grootste breedte en zijn acidophiel. In de bundels, die hierin verloopen, is de fibrillaire bouw nog te zien. Dit strekt zich echter slechts over korten afstand uit, want weldra worden ze centraalwaarts kraakbeenig, doordat de daarin gelegen kraakbeencellen kit gaan afzetten. De breedere gedeelten kunnen hierbij tot zuiver hyaline kraakbeen worden, slechts aan hunne randen zijn de collagene bundels niet gemaskeerd en zijn optisch en chemisch nog aan te toonen. Hierbij ziet men dikwijls hoe bundels in het kraakbeen verdwijnen; ze lossen zich eerst in hun fibrillen op, welke in het centrum van de kraakbeendeelen gemaskeerd worden en aan de andere zijde weer tot eenen peesbundel vereenigd verder trekken. Soms zijn die fibrillen met van GIESONkleuring te tingeeren, dikwijls gelukt dit echter niet, doch zijn ze optisch toch nog in het kraakbeen te volgen, doordat ze er eene fibrillaire teekening aan geven, die zich in den vorm van een penseel aan het einde van den peesbundel voortzet.

Ook de smalle septa zijn geheel kraakbeenig, op dwarsdoorsnede ziet men hen zich als scherp begrensde lijntjes tusschen de peesbundels vlechten. Het geeft dus den indruk alsof de kit, door de kraakbeencellen in de septa afgezet, door de circulaire peesbundels in een bedding wordt gehouden. Doch in oudere menisci blijkt, dat ten slotte de kit ook over eene meerdere of mindere uitgestrektheid die peesbundels kan doordrenken.

Deze loopen gestrekt en hebben eene zeer vaste samenstelling, zoodat de fibrillen er niet meer in te onderkennen zijn. Ze zijn aan de zijde van het kraakbeen

meest scherp begrensd. De voorste en achterste bandjes. die den menisk met de tibia verbinden, zijn de directe voortzetting van de circulaire bundels. Alleen houden de eersten bindweefselcellen in waar de laatsten kraakbeencellen bezitten.

De oppervlakkige zone is niet meer als bij jonge dieren te verdeelen in twee lagen, waarvan de binnenste centraal gerichte fibrillen bezit en de buitenste uit een netwerk bestaat. Bij oudere individuen versmelten beide lagen tot eene enkele zeer compacte laag, waarin geen bepaalde structuur is te onderkennen. Hoogstens ziet men, dat de hierin gelegen cellen eenen bochtigen vorm hebben, waaruit valt op te maken, dat ze de lichte golvingen van de collagene elementen meemaken.

Zeer verschillend kan aan de oppervlakte het kraakbeen vertegenwoordigd zijn. Ofschoon hierin kraakbeencellen liggen, die door den druk der vaste grondsubstantie veelal kleiner zijn dan de dieper gelegene, zetten ze niet als regel kit af. Bij het veulen van 6 maanden was de oppervlakte kraakbeenig, terwijl dit bij oudere paarden dikwijls niet het geval was. Wel neemt het kraakbeen naar den centralen rand toe. Zoo kan deze weer geheel kraakbeenig zijn, terwijl er tevens voorbeelden voorkomen, waarbij ze op ouderen leeftijd nog geen kit bevat, of wel, worden overgangen tot kraakbeen aangetroffen, waarbij de kit hare affiniteit tot basische kleurstoffen aan het weefsel gaat meedeelen, waardoor het bij haemaluin-eosinekleuring een paarse tint krijgt.

Bij den hond ziet men in beginsel hetzelfde beeld als bij de planteneters, alleen met het reeds vroeger vermelde verschil, dat de smalle septa uitgaan van enkele breede kraakbeencentra in het midden van den menisk. In het algemeen krijg ik den indruk, dat hoe ouder het dier wordt, hoe meer het kraakbeen in uitbreiding toeneemt.

De menisk gaat steeds in cellenaantal achteruit. Dikwijls is in het weefsel van niet zeer oude dieren nog een celverval met karyorhexis waar te nemen, welke zich alleen tot de periferie beperkt, terwijl centraal door degeneratie het aantal cellen reeds sterk is afgenomen.

De bloedvaten worden overeenkomstig de uitbreiding van het kraakbeen naar de periferie gedrongen. Hun lumen verdwijnt, deels ten gevolge van afsnoering door het kraakbeen rondom hen, deels door dichtwoekering, welke uitgaat van de endotheelbekleeding en adventitia. Doch deze bindweefselcellen gaan daarop in kraakbeencellen over, waarbij ze een kapsel aannemen, dikwijls zonder voorafgaande afronding. De kapsel is dan als eene overal even breede membraan om het cellichaam te volgen. Het komt ook voor, dat zij dwars door de celuitloopers te volgen is, waarbij deze a.h.w. van het cellichaam worden afgesneden. Hierdoor ontstaan de beelden, welke Studnicka er toe brachten de kapsel als een exoplasma op te vatten omdat zooals hij meent, celuitloopers niet met de kraakbeencelkapsel verbonden kunnen zijn als deze laatste niet een, zij het ook gewijzigd, protoplasma of exoplasma was.

Doch bovendien ziet men hoe veelvuldig de oppervlakte der celuitloopers in een basophiele homogene substantie overgaat, die in niets van de kapsel is te onderscheiden. Zoo kan deze eene buisvormige uitstulping vormen, die door de protoplasmauitlooper opgevuld wordt. Ten slotte verdwijnt ook deze acidophiele kern en is de geheele uitlooper in exoplasma overgegaan.

Doch niet alle cellen, die tot de obliteratie van het bloedvat meehielpen, gaan in kraakbeencellen over. Verscheidene ervan vertoonen degeneratie, wat blijkt uit een karyorhexis. Zoo vindt men wel bindweefselcellen van de adventitia, die in de kraakbeengrondsubstantie

liggen. Hierbij kan het protoplasma om de kern een aanzienlijke breedte bezitten, doch kan ook verdwenen zijn, waardoor schijnbaar naakte kernen te midden van kraakbeen komen te liggen. De kern is blijkbaar nog normaal, beoordeeld naar haar kleurbaarheid en vorm. Waarschijnlijk zijn dit voorbeelden van bindweefselcellen, waarvan het basophiele exoplasma geleidelijk in de grondsubstantie overgaat zonder vooraf een kapsel te vormen, terwijl deze exoplasmavorming naar het centrum toe voortschrijdt totdat het geheele cellichaam erin is overgegaan.

Ook endotheelcellen meen ik in kraakbeencellen te hebben zien overgegaan, n.l. waar de adventitia geheel tot kraakbeen is geworden, is in het sterk vernauwde lumen nog een endotheliale celbekleeding waar te nemen. Doch ook van deze scheen soms het cellichaam zich met een basophiele kapsel te omgeven.

Ook gladde spiercellen zijn in groote vaatwanden nog aanwezig. Hiervan verkeeren veel kernen in lysis of rhexis. Niet alleen deze degeneraties ziet men er aan, maar ook komen vormen voor, waarbij de staafvormige kernen zich kronkelen, uitbochtingen en insnoeringen vertoonen, hoekige uitsteeksels bezitten of aan beide einden verbreed kunnen zijn. Dit alles kan gepaard gaan met eene meerdere of mindere kleurbaarheid. Sommige gladde spiercellen, nog te kennen aan hare langwerpige staafvormige kern, schijnen geheel of eenzijdig in fibrillen te kunnen uiteenvallen. Overtuigende voorbeelden van spiercellen, die in kraakbeencellen overgaan, vond ik niet.

Met absolute zekerheid tenminste is dit, evenmin als van endotheelcellen te zeggen, want er ontstaan vormen in al deze cellen, welke onderling zeer veel overeenkomst bezitten.

Behalve, dat de bloedvaten in den menisk dichtwoekeren, kan men ook aantreffen, dat ze geen vorm-

veranderingen hebben ondergaan, niettegenstaande ze geheel tot kraakbeen zijn geworden.

Dan is hun lumen gevuld met eene homogene basophiele substantie, die niets anders zal zijn dan kit, die door voortgezette afscheiding der kraakbeencellen uit de omgeving zich hierin heeft verzameld.

Niet alleen in de vaatwanden ontmoet men kraakbeencellen, die haar ontstaan uit bindweefselcellen nog duidelijk vertoonen, ook elders treft men kraakbeencellen, die nog haren oorspronkelijken bindweefselcelvorm behouden hebben. In de septa zag ik bindweefselcellen met uitloopers, die geheel in kit waren overgegaan uitgezonderd een klein protoplasmarandje rondom de kern. Daarbij kunnen de uitloopers nog over eenen vrij grooten afstand blijven bestaan, doch ook kan van hen slechts een centraal deel overblijven, dat dan als een kort uitsteeksel aan de zeer breede kapsel bevestigd is.

We hebben gezien, dat zelfs op ouderen leeftijd in den menisk de kraakbeencellen in een acidophiele bindweefselsubstantie kunnen liggen, die bij jeugdige individuen vooral in het fetale leven fibrillair is, maar later een peesachtig karakter krijgt. De septa, voor zij kraakbeenig zijn geworden, de oppervlakkige lagen en de centrale rand zijn voorbeelden hiervan. Reeds vroeger heb ik den naam „bindweefsel-kraakbeen" daarvoor gebruikt. Het is op te vatten als een voorstadium van hyaline-kraakbeen. Wanneer de cellen hierin eene kapsel bezitten, rekent men ze niet meer in staat zich te deelen. Alleen in een zeer jong stadium is dit mogelijk. Dit komt in zoover met mijn waarnemingen overeen, dat ik deelingen bij deze cellen slechts zelden aantrof en dan nog was het niet steeds bewezen, dat deze in het oudere stadium waren opgetreden.

DONDERS [1]) noemt dát weefsel bindweefselkraakbeen, waarin rijen of groepen kraakbeencellen in een, bij kooken lijm gevende, fibrillaire substantie gebed zijn, welke in azijnzuur weinig bleeker wordt. Niet allen noemen echter weefsel, waarin kraakbeencellen voorkomen kraakbeen. Studnicka verlangt daarvoor, dat ook de grondsubstantie aan bepaalde eischen moet voldoen.

HENLE ([69]) rekent tot kraakbeen, dát weefsel, waarin de cellen door hare rangschikking en de haar insluitende holten aan hyaline-kraakbeen herinneren.

RANVIER [1]) vindt, evenals von KORFF, dat de grondsubstantie van bindweefsel-kraakbeen behalve de celkapsels bindweefsel is.

Volgens TOLDT [1]) mankeert aan bindweefselkraakbeen de chondrogene hyaline tusschenstof en bezit het eene fibrillaire glutine gevende grondsubstantie.

HANSEN ([65]) gaat verder, als hij beweert, dat hoe meer hyaline de kraakbeengrondsubstantie is, hoe fijner de fibrillen erin zijn. In bindweefsel-kraakbeen hebben de fibrillen hare neiging behouden bundels te vormen. Volgens hem kan bindweefsel-kraakbeen dus kit bevatten.

Naar mijne meening kan men dát kraakbeen, waarvan de grondsubstantie basophiel is, doch waarin de bindweefselfibrillen niet gemaskeerd zijn, niet hyalinekraakbeen noemen en zou ik de volgende definitie van bindweefselkraakbeen willen voorstellen.

Bindweefselkraakbeen is dát weefsel, waarbij de kraakbeencellen liggen in een bindweefselgrondsebstantie, welke nog de eigenschappen van bindweefsel vertoont in zoover, dat de fibrillen nog als zoodanig zichtbaar zijn en, hetzij al of niet gebed in kit, bundels kunnen vormen.

De kraakbeencellen vertoonen nooit als in het hyaline kraakbeen die deelingsgroepen van vier of meer cellen.

Het bindweefsel-kraakbeen kan overgaan in hyaline kraakbeen als door vermeerde kit afscheiding de bundels

[1]) Uit Apolant.

in fibrillen worden ontleed en gemaskeerd en de grondsubstantie homogeen schijnt.

In het bindweefselkraakbeen van den menisk trof ik nooit de typische celgroepen aan, zooals in hyaline kraakbeen, vooral op jeugdigen leeftijd worden waargenomen. Dit vindt zijne oorzaak in de omstandigheid, dat celdeelingen slechts bij uitzondering voorkwamen en meest beperkt bleven tot eene kerndeeling.

Omtrent de deeling van de kraakbeencel bestaan verschillende meeningen.

SCHLEICHER (44) geeft als de zijne te kennen, dat de kern zich eerst mitotisch deelt, waarna beide helften zich van elkaar verwijderen. Dan valt op, dat tusschen hen in het protoplasma eenige draadjes parallel aan elkaar komen te liggen, die de cel als een scheiwand later in tweeën deelen. In dezen scheiwand worden twee lagen onderscheidbaar, die waar ze aan de oude kapsel aansluiten uit elkaar wijken en overgaan in de jonge kapsels, die de twee pas ontstane cellen omhullen. Dus zou de kraakbeenceldeeling geschieden niet door insnoering, doch door de vorming van eenen scheiwand.

Eén voorbeeld zag ik van het bovenaangehaalde n.l. waar er in eene kraakbeencel, waarin de kern reeds gedeeld was, tusschen de beide nieuwe kernen in zich dunne draadjes parallel gingen schikken in een richting dwars op de lengteas der ovale cel.

Deze draadjes waren kort en reikten niet over de geheele breedte der cel.

REMAK (38) vond, dat de embryonale kraakbeencellen door eene dubbele kapsel zijn omgeven. In de celdeeling wordt ook de inwendige membraam betrokken, terwijl de buitenste als moedercel membraan niet direct verdwijnt, doch aan haar binnenzijde kraakbeenlagen afzet. Voor dat de dochtercel zich weer deelt, zet ze eerst eene tweede membraan buiten haar binnenste kapsel af, die ook in de deeling betrokken wordt,

terwijl de eerstgenoemde de nieuwe cellen omhult. De kraakbeenlagen binnen de in elkaar geschakelde kraakbeenblazen versmelten met elkaar, waaraan echter eene verdwijning der buitenste kapsels voorafgaat.

CLAPARIDE meent, dat bij de deeling de kraakbeencel eerst door een membraan in tweeën wordt gedeeld, dan door een tweede, die loodrecht op de eerste membraan zich vormt weer in tweeën, waardoor een figuur zou ontstaan als een schaakbord. De kernen zijn de in de vakken geplaatste figuren.

LEYDIG [25] trof ook een membraan aan bij deze celdeeling, die dwars door de cel en kapsel heen eenen scheiwand vormt.

HEIDENHAIN [77] zag eveneens eenen scheiwand optreden, die aan zijn einden gaat divergeeren.

In tegenstelling met deze meeningen, volgens welke de scheiwand beiderzijds tegelijk ontstaat, verkondigt BÜTSCHLI [10], dat hij eenzijdig optreedt. Deze membraan verdeelt zich in twee lagen, die uit elkaar wijken, waartusschen kraakbeengrondsubstantie wordt afgezet. Volgens deze wijze gedeeld, ontstaan er beelden, waarin de kernen direct na haar deeling in ligging kunnen divergeeren.

Dit meldt ook VOGELPOEL [62], wiens opvatting hieromtrent met die van BÜTSCHLI overeenkomt in zoover, dat hij ook eene eenzijdig beginnende deeling aantreft, terwijl de jonge kernen in haar ligging kunnen divergeeren. Had de cel reeds twee kapsels dan gaat zich eerst de binnenste tegelijk met het protoplasma insnoeren aan die zijde naar welke de divergentie plaats vindt.

In het verdere verloop der celdeeling wijkt zijne opvatting weer af van die van BÜTSCHLI.

Een soortgelijk beeld als laatstelijk beschreven heb ik ook eenmaal gezien. Het betrof een kraakbeencel in den menisk van een oud paard. Hierin was de kerndeeling reeds tot stand gekomen en de beide jonge,

ovale kernen divergeerden naar die zijde aan welke de kapsel naar binnen begon in te buigen. Zoo heb ik twee voorbeelden van celdeeling waargenomen, die elk voor zich eene opvatting hieromtrent kunnen vertegenwoordigen. De bovenbeschreven deelingen kan men echter niet typisch terugvinden in het bindweefselkraakbeen van den menisk, omdat hierin nooit van eene dubbele kapsel sprake is.

Slechts eenmaal zag ik eene reeds voltooide deeling, waarin de kraakbeencel eenen terugslag tot de oorspronkelijke gedaante vertoonde in zoover, dat hier eene dubbele kapsel was te zien. Binnen de moederkapsel had zich om elk der jonge cellen een tweede gevormd, die tusschen de beide kernen in, twee evenwijdige schotten had gemaakt, die aan de periferie uiteenweken. Hier echter was de buitenste kapsel duidelijk zichtbaar en werd tusschen haar en de jonge kapsels een wigvormige ruimte ingesloten, waarin geen kit was afgezet.

Overigens heb ik nergens een celdeeling op die van de kern zien volgen.

Er zijn auteurs, die meenen, dat de kraakbeencel het deelingsvermogen alleen bezit in een heel jong stadium, De definitieve kraakbeencel zou dan ook niet meer kit kunnen vormen.

SCHWALBE [1]) heeft hierover proeven gepubliceerd, welke aan het oorschelpkraakbeen waren ondernomen.

Von KORFF ([76]) meent, dat wanneer het kraakbeen embryonaal reeds eenen zekeren leeftijd heeft en de cellen een grootblazig voorkomen bezitten, er geen noemenswaardige interstitieele groei meer plaats heeft, doch dat appositie dan alleen nog maar voor den groei van het kraakbeen zorgt.

Deze waarnemingen zijn evenwel in strijd met de mijne. Hoewel de weinige in het beginstadium verkeerende

[1]) Uit VON KORFF.

celdeelingen die ik vond, geen bewijs kunnen vormen tegen de opvatting, dat ze in ouder kraakbeen niet kunnen voorkomen, heb ik echter steeds gevonden, dat hoe ouder het individu, dus ook de menisk is, hoe meer de kitsubstantie op den voorgrond treedt. Deze wordt steeds pas dan afgezet, als de kraakbeencel als zoodanig geheel gevormd is en eene duidelijke kapsel bezit.

Nog eenige afwijkingen in kraakbeencellen gevonden laat ik hier volgen.

Reeds meerdere malen heb ik kraakbeencellen aangetroffen, wier protoplasma in meerderen of minderen graad basophiel was geworden. Deze kleuren zich dus met haemaluin blauw. Doch deze tint is niet diffuus over de geheele cel verdeeld en doet zich dikwijls voor als een dicht netwerk van blauwe draadjes.

Vele van deze beelden moeten als kunstproducten worden opgevat van vormen, die we later zullen bespreken. Andere weer zijn niet als zoodanig aan te merken en daarbij kan men aannemen, dat zulke cellen werkelijk fibrillen vormen. Bij deze fibrillenvorming kan het geheele protoplasma gelijktijdig erin overgaan of wel het proces beperkt zich eerst tot de periferie der cel om naar de kern toe voort te schrijden, waardoor de cel dus steeds kleiner wordt. Hierbij valt op, dat het centrale protoplasmadeel omgeven blijft door eene kapsel.

Doch steeds zijn de gevormde fibrillen basophiel, wat zeer duidelijk te zien is, daar ze op een zich met eosine kleurende collagene substantie liggen.

Zijn eenmaal de fibrillen vrij gekomen, dan hebben ze eene richting aangenomen overeenkomstig aan die der collagene bundels, waartusschen ze gelegen zijn.

De kern is dan meest sterk geschrompeld en ligt als eene chromatine rest te midden der fibrillen.

Geschiedt dit fibrillair uiteenvallen zonair, dan is ook hierin eene richting te onderscheiden, die overeenkomt met die der collagene peesbundels. Dan liggen de protoplasmaresten der cellen omgeven door eene kapsel op de fibrillen, soms meerdere achter elkaar.

Bovendien heb ik aan de perifere deelen van den menisk ook jonge kraakbeencellen met eene dunne bijna ongekleurde kapsel waargenomen, waarvan het protoplasma een fibrillair verval vertoont. Hierbij verdwijnt de kapsel in mijn preparaten eenzijdig. zoodat eene opening ontstaat, waardoor de fibrillen vrijkomen.

Het geeft een beeld, alsof van uit het overgebleven protoplasmadeel binnen de intacte kapselrest, de fibrillen alle in dezelfde richting naar buiten treden.

De kernen verkeeren hierbij soms in rhexis. Ik meen, dat beide laatst beschreven processen in wezen dezelfde zijn, alleen in het eerste hebben we te doen met eene fibrillenvorming door kraakbeencellen, die reeds min of meer in kit zijn overgegaan.

Hierbij zijn de fibrillen door haemaluin blauw gekleurd, Men heeft hier meer te doen met fibrillair verval van het basophiele protoplasma, waarbij een centraal protoplasmadeel intact kan blijven. Het tweede proces betreft juist onveranderde kraakbeencellen, hierbij zijn de fibrillen acidophiel.

HANSEN [23] beschrijft ook de vorming van collagene fibrillen door kraakbeencellen. Ze liggen in verschillende vormen buiten de cellen als acidophiele bestanddeelen te midden van de kraakbeengrondsubstantie.

De meest voorkomende veranderingen in kraakbeencellen zijn wel die, waarbij ze in kit overgaan waarmee een basophiel worden gepaard gaat.

Dit kan op zeer verschillende wijzen geschieden n.l. geheel of gedeeltelijk.

Bij de laatste kan ze optreden zonair of eenzijdig. Het zonair zich uitbreidende proces gaat van de kapsel

uit. In het beginstadium vindt men sterk verdikte kapsels. Meer en meer breidt zich deze ontaarding naar de kern toe uit, zoodat het onveranderde protoplasma in het centrum steeds kleiner wordt. In de meerderheid der gevallen blijft rondom dit protoplasma een donkerder rand als kapsel bestaan, welke scherp tegen het buitenste deel afsteekt. Dit kan op zichzelf weer eene scherpe grens tegen de grondsubstantie bezitten, het kan ook naar buiten toe vervloeien. Waar meerdere dergelijke cellen dicht bij elkaar liggen, kunnen haar exoplasmatische lagen (want als zoodanig vat ik ze op, volgens Studnicka) zich met elkaar vereenigen, waardoor men kraakbeengrondsubstantie-eilandjes krijgt, te midden waarvan de protoplasmacentra zijn gelegen. De kernen zijn bij een verder gevorderd stadium steeds gedegenereerd, hetzij dat ze lysis vertoonen, of in de meerderheid der gevallen pycnotisch zijn geworden.

Treedt de ontaarding eenzijdig op, dan kan dit gedeelte weer naar buiten toe vervloeien of juist scherp omlijnd zijn. In dit laatste geval blijft de kapsel steeds rondom de protoplasmarest intact en steekt weer donkerder af tegen het lichtere exoplasmatische deel. De kern blijft steeds in het centrum van het protoplasma gelegen. Bij de zonaire verandering wordt zij veelal excentrisch als haar degeneratie merkbaar wordt en ligt zij tegen het exoplasma aan.

Soms zag ik buiten de kapsel op korten afstand een tweede ontstaan, welke de eerste gedeeltelijk omvat en er zich op eene bepaalde plaats mede vereenigt.

Zoo bezit zulk eene cel gedeeltelijk eene dubbele kapsel.

Ik trof ze aan in oud weefsel, in het jongere nooit, zoodat ik ook deze vormen voor afwijkingen houd.

Ten slotte nog iets over de ontaarding, die de cel in haar geheel gelijktijdig aantast.

Het begin hiervan laat zich kennen door het optreden

van eene lichte blauwe tint van het protoplasma in haemaluin-eosinepreparaten. Veelal ziet men deze tint niet gelijkmatig verdeeld, doch vallen deze cellen op door het bezit van een netwerk van blauwe draadjes. Dit kan zoowel wijd- als kleinmazig zijn, waarbij zeer mooie figuren optreden. De draden loopen tusschen de kapsels, die ze schijnen te verbinden.

In de literatuur vindt men omtrent het voorkomen van met haemaluin zich blauw kleurende fibrillen netwerken het volgende.

SCHAFFER trof in verbeeningsprocessen kraakbeencellen aan, omgeven door eene basophiele kapsel, waarbinnen hij het protoplasma stervormig teekent rondom de kern als middelpunt, terwijl de stralen van de ster zich aan de kapsel vasthechten. Rondom dit protoplasma zag hij met haemaluin zich blauw kleurende fibrillen. SCHAFFER meent, dat er tusschen de kapsel en het protoplasma een vloeistof aanwezig is, welke door chroomzoutfixaties in dezen vorm stolt, of wel, de cel perst bij de fixatie zulk een vloeistof uit, welke na stolling tot draden wordt en zich met haemaluin laat kleuren. Evenwel valt mij op, dat hij die elementen pericellulair teekent en niet door het geheele protoplasma heen, zooals toch volgens zijne opvatting zou moeten plaats hebben.

BRUNN [8] en STUDNICKA [52] nemen ook eene vloeistof aan tusschen kapsel en protoplasma, waarvan STRELZOFF zegt, dat deze zich met haemaluin kleurt.

NEUMANN [31] houdt echter deze stof voor gegranuleerd, doorzichtig en niet kleurbaar.

Uit de beelden, die ik vond en die ik toch niet identiek stel met de door SCHAFFER beschrevene, meen ik te mogen aannemen, dat de tweede aangehaalde meening van dien auteur de juiste is.

Men weet toch, dat in levend kraakbeen de cellen een zeker vochtgehalte bezitten. In coupes, waarin ze

gaan schrompelen, wordt dit vocht uitgeperst en vult de holte tusschen de kapsel en het geretraheerde cellichaam op.

In de cellen, die in kit overgaan, gebeurt dit ook en bij fixatie gaat deze vloeistof stollen in den vorm van een netwerk.

Het chondroitine-zwavelzuur komt in kraakbeengrondsubstantie en ook waarschijnlijk in de daarin overgegane kraakbeencellen voor in verbinding met lijm en eiwitten. Het is dit zuur, dat dadelijk na den dood het kraakbeen zuur doet reageeren.

Ik stel me voor dat dit zuur ook aanwezig is in de bedoelde kraakbeencellen en dat het bij de schrompeling van haar protoplasma met de vloeistof wordt uitgeperst. Nu is het mogelijk, dat die vloeistof, tot een netwerk gestold, aan dit zuur haar affiniteit tot haemeluin onleent, waardoor het blauw gekleurd wordt.

Doch ook ziet men beelden, waarin deze vloeistof homogeen blijft bij de fixatie. Ze ligt dan als een blauwe, homogene soms iets fibrillair geteekende substantie naast het geschrompelde met eosine zich kleurende protoplasma.

In een verder gevorderd stadium van ontaarding blijft de blauwe kleur homogeen over de cel verdeeld of er ontstaat door schrompeling een fibrillaire teekening in. Dat dit werkelijk het gevolg van schrompeling door fixatie is, blijkt bij vergelijking met levend weefsel, waarvan coupes in zwakke methyleen-blauw oplossing gekleurd worden. Hierin blijft het cellichaam volkomen intact en treedt de blauwe kleur homogeen erin op.

Ook na fixatie blijken bij haemaluin-eosinekleuring vele cellen gelijkmatig blauw getingeerd en absoluut intact te zijn, terwijl de onveranderde kraakbeencellen alle eene sterke retractiliteit vertoonen. Die blauwe cellen bezitten dus eene veel grootere resistentie tegen fixatie vloeistoffen.

Het is daarom, dat ik de opvatting huldig, dat ze

tot exoplasma geworden zijn én omdat ze zich laten imbibeeren met chondroitinezwavelzuur, én door hare meerdere vastheid. Immers aan exoplasma hecht men het begrip van meerdere resistentie tegen chemische en mechanische invloeden.

Op vele plaatsen, waar deze cellen in kraakbeencellen worden aangetroffen, zijn ze ten slotte dikwijls niet meer van de haar omringende grondsubstantie te onderscheiden. Ook ziet men wel de contouren van de cel geleidelijk in die grondsubstantie overgaan, zoodat ik aanneem, dat de chondrine of kraakbeenlijm, welke de cellen naar buiten toe afscheiden, dezelfde stof is als die, waarin ze bij de beschreven degeneratie overgaan. Waar ik geloof, dat op bovenvermelde gronden de laatste als exoplasma [1]) is op te vatten, moet ook de kraakbeenlijm of kit als zoodanig aangemerkt worden.

Kraakbeencellen als boven beschreven troffen ook SCHAFFER ([40]) en STUDNICKA ([54. 57]) aan.

In jong kraakbeen vond de eerste cellen, die in toto in grondsubstantie overgingen en die hij „intercalarcellen" noemt. Deze zijn kleinere cellen, die door haar reeds vroeg optredende donkere kapsels zich van de andere onderscheiden.

Dat ze in toto tot grondsubstantie worden, blijkt hieruit, dat ze in ouder kraakbeen verdwenen zijn. Evenwel zouden ze zich weer tot kraakbeencellen kunnen regenereeren.

Doch ook grootere kraakbeencellen kunnen in toto op deze wijze verdwijnen en deze treft men juist in ouder kraakbeen aan. Hij voegt er aan toe, dat dit

---

[1]) In plaats van de naam „exoplasma" bezigt HEIDENHAIN ([77]) hiervoor „metaplasma", zijnde levende stof in steunweefsel, welke zeer afwijkend is van protoplasma en er geen eenvoudige modificatie van is. Het stamt er wel van af, maar is daarom nog geen exoplasma. Hij onderscheidt het daarom ook in naam ervan om het verschil beter uit te laten komen.

waarschijnlijk daar zal plaats hebben, waar het noodig is, dat de kraakbeengrondsubstantie snel in volume, toeneemt.

Deze cellen stel ik indentiek met de door mij aangetroffene in de oudere menisci vooral van paard en hond. In de menisci van de jongere dieren trof ik ze in tegenstelling met SCHAFFER ook in grooten getale aan. Hier zullen ze wel dienen tot eene snelle volumetoename van de kraakbeengrondsubstantie.

Verder dient opgemerkt te worden, dat deze cellen niet uitsluitend voorkomen in kraakbeenige deelen, doch ook te midden van de collagene substantie, waartegen ze sterk afsteken.

Terugkeerende tot de basophiele kraakbeencellen, dien ik er nog op te wijzen, dat er door eene geringe schrompeling eene fibrillaire teekening in kan ontstaan. Ze doen dan sterk denken aan die cellen, welke een fibrillair verval vertoonen van haar basophiel exoplasma. Doch bij deze verhouden zich die fibrillen toch anders, want de kapsel gaat verdwijnen en de fibrillen komen vrij. De haemaluin bindt zich minder intensief met deze cellen dan met de eerstgenoemde.

Weefsel, waarin die basophiele in kraakbeenkit overgaande cellen voorkwamen, heb ik behandeld met eene zeer slappe kaliloog- en salpeterzuuroplossing. De coupes bleven hierin eenige dagen, bij 40 gr. C. In de met loog behandelde preparaten waren soms alle kapsels en basophiele cellen en kraakbeensubstantie verdwenen. Van de cellen bleven leege holten over. Hierbij bleek, dat eerst deze cellen oplossen en dan de kapsels. De kraakbeenige deelen der septa blijven het langste over. Als ook deze verdwenen zijn, blijkt veelal de teekening van bloedvaten in de grondsubstantie te voorschijn te komen, waaruit weer volgt, dat juist waar deze geweest zijn het kraakbeen het sterkst optreedt. De circulaire

fibrillaire bouw en celrangschikking is dan te herkennen, terwijl nog kernresten aangetroffen worden.

De met salpeterzuur-oplossing behandelde coupes, vertoonen niet deze veranderingen. De basophiele cellen zijn nog te zien, al is door de digereerende werking van het zuur en de temperatuur haar homogeen karakter verloren gegaan.

De behandeling met zuur heb ik gedaan om uit te maken of de basophiele cellen misschien als verkalkte zijn op te vatten. Doordat ze niet in salpeterzuur opgelost worden, kan men aannemen, dat dit niet het geval is. Wel geloof ik dat er in oud weefsel verkalkte tusschen kunnen voorkomen; ze komen dan zeer verspreid voor en zijn zeldzaam.

Door de behandeling in zuur bij 40 gr. C. wordt het kraakbeen wel lichter door haemaluin gekleurd.

Doch reeds in water bij 40 gr. C. kan chondromucoid en het vrije chondroitzuur uitgetrokken worden, waarbij het chondroitinezwavelzuur, dat gebonden is aan lijm en eiwitten, ook voor een gedeelte verdwijnt.

Ook digestie met 0.1% HCl bij 40 gr. C. heeft een soortgelijk resultaat; tevens wordt dan het collageen in glutine veranderd en blijft het albumoid achter.

Reeds meermalen heb ik het woord „kit" gebruikt, waarmede ik de vormlooze substantie van het hyalinekraakbeen bedoel. De grondsubstantie hiervan bestaat immers uit eene vormlooze substantie, waarin fibrillen gelegen zijn, die er door gemaskeerd worden. Aan de eerste stof geeft SCHAFFER (42) als zoovele anderen den naam „kit" welk begrip volgens hem naast grond- of intercellulaire substantie onontbeerlijk is.

Deze substantie wordt als grondsubstantie beschouwd zonder op hare fijnere structuur te letten. Men kan deze grondsubstantie wel als intercellulaire stof opvatten, als de cellen, welke haar afscheiden, erin worden

besloten, zoodat de grondsubstantie tusschen de cellen ligt.

Men kan dat niet doen als een cellaag eene substantie afscheidt, welke als cuticulaire laag gedurende het leven blijft bestaan. Spreekt men van een celhoudend bindweefsel, dan is er niet best van een intercellulaire substantie te spreken (WALDEYER).

Doch in kraakbeensubstantie zijn fibrillen aanwezig. Wanneer men deze opvat als grond of intercellaire substantie, dan heeft men ook nog eene uitdrukking noodig voor de structuurlooze substantie, welke als „kitt" werkt.

Het is deze stof welke HENLE [69] „formlose Keimstoff" noemt, KÖLLIKER [78] en TILLMANNS [60] „formlose Zwischensubstanz", waaraan WALDEYER [63] weer den naam „grondsubstantie" geeft. Hiermee gaat SCHAFFER niet accoord. Hij vindt, dat deze aanduiding tot verwarring leidt, wanneer deze naam niet tevens het mechanische, chemische en morphologische wezenlijke bestanddeel van de grondsubstantie n.l. de collagene en elastische fibrillen insluit.

SCHIEFFERDECKER spreekt ook van „intercellulaire substantie" en bedoelt daarmee de heele massa. De homogene substantie tusschen de fibrillen noemt hij „interfasciculare Kittsubstanz". Onder „Kitt" wordt het vormlooze bindmiddel in de kraakbeengrondsubstantie verstaan, dat het meeste chondromucoid bevat.

SCHWANN vat amorphe kit op als eene rest van zijn cytoblasteem. Het komt ook veel voor in het slijmweefsel, waar het ook fibrillen inhoudt en er echte grondsubstantie mee vormt (Whartonsche gelei).

WALDEYER [63] wil het geheele woord kitsubstantie uit de nomenclatuur schrappen en zegt:

„Onder grond- of intercellulaire substantie versta ik alleen vormingen, die tot de bindweefselsubstantie behooren en er karakteristiek voor zijn. Deze grond-

substantie is eene homogene en structuurlooze vorming, waarin de fibrillaire bestanddeelen van het bindweefsel evenals de cellen gebed liggen. De gezamenlijke fibrillaire bestanddeelen moeten van de homogene grondsubstantie worden onderscheiden, welke eene metamorphose van het celprotoplasma is.

Het leidt tot verwarring, als men bij kraakbeen van grond- of intercellulaire substantie spreekt en bij bindweefselkraakbeen van interfibrillaire kitsubstantie, want beide stoffen zijn gelijk.

HANSEN (65) gebruikt hierbij homogene grondsubstantie of „Kitt". Ergens anders spreekt hij van grondsubstantie als hij kit bedoelt."

WALDEYER wil daarom de geheele grondsubstantie samenvatten onder den naam: „intercellulaire substantie", zijnde eene samenstelling van grondsubstantie en grondfibrillen, welke daarin gemaskeerd zijn. De zichtbare vezels noemt hij intercellulaire fibrillen.

Daar echter m.i. in den naam grondsubstantie niet genoeg het begrip van het samenkleven van de fibrillen ligt opgesloten, gebruik ik in navolging van SCHAFFER e.a. den naam „kit" voor deze stof en versta onder grondsubstantie het medium, waarin de cellen gelegen zijn, hetzij het fibrillair is, hetzij samengesteld uit fibrillen en kit.

Ten slotte wil ik nog een enkel woord wijden aan de vraag: Is die kit op te vatten als een exoplasma of een secretieproduct?

Eigenlijk dient men bij de behandeling van dit vraagstuk te beginnen met dezelfde vraag te stellen voor de kraakbeencelkapsel.

STUDNICKA (51), HAMMAR (22) en HANSEN (23) beschouwen deze als exoplasma. STUDNICKA verdedigt zijne meening als volgt. Jonge voorkraakbeencellen kunnen nog door endoplasmauitloopers verbonden zijn met mesenchym-

cellen. De kapsels worden door het later gevormde chondroitinezwavelzuur basophiel. Men kan dan soms toch nog zien, dat ze met de uitloopers van mesenchymcellen samenhangen. Dit vindt hij een bewijs voor het exoplasmatische karakter van de kapsels. Waren ze een secretieproduct dan zou dit niet plaats kunnen hebben. Eerst later verdwijnen die uitloopers.

Verder beschouwt hij collagene en elastische vezels ook als exoplasma en hij ziet deze soms ook in de kapsels ontstaan, waaruit bij besluit, dat ze door eenzelfde proces ontstaan als deze laatste.

In jong embryonaal uit mesenchym ontstaand kraakbeen ziet HANSEN hoe eerst de cellen een syncytium vormen en dan treden in het protoplasma de eerste kapsels op, waaruit hij besluit dat deze als exoplasma zijn te beschouwen.

Hij spreekt ook van exoplasma wanneer hij beschrijft hoe bindweefselcellen in kraakbeencellen overgaan, hij bedoelt hiermede de kapsels en met het endoplasma celprotoplasma.

HAMMAR ziet in gewrichtskraakbeen hoe de soms eosinophiele kapsel ten koste van het celprotoplasma toeneemt. Soms vindt hij schijnbaar leege holten, waarin de cellen liggen. Met eosine gekleurd bleken deze met een homogene massa gevuld te zijn van hetzelfde karakter als de kapsel. Hiernaar te oordeelen, zou deze laatste dus exoplasma zijn.

Ditzelfde heb ik gevonden bij gewone kraakbeencellen. Hier nam ten koste van het protoplasma ook de kapsel toe, totdat de geheele cel in de kapselsubstantie is overgegaan. De donkere lijn, die tot het laatste toe de protoplasmakern omhult en deze van het exoplasmatische gedeelte scheidt, verdwijnt dan ook. Bovendien kan dit proces tegelijk het geheele protoplasma aantasten, waarbij men echter tot hetzelfde resultaat komt.

Zoo gaat dus de geheele cel over in kapselsubstantie.

Dat de kapsel zelf iets meer resistent is tegen de inwerking van loog, kan verklaard worden uit het feit, dat zij ouder en hierdoor wat harder is. Tevens kunnen collagene elementen, die door verschillende auteurs erin aangetroffen zijn, hare meerdere resistentie verklaren. De grondsubstantie, waarin de collagene fibrillen nog veel sterker vertegenwoordigd zijn, blijkt nog meer weerstandsvermogen te bezitten tegen chemische invloeden, omdat aan deze collagene elementen de kit niet zoo gemakkelijk onttrokken kan worden als aan die plaatsen, waar ze vrij voorkomt, zooals de in kit overgegane cellen.

Ik denk, dat naast exoplasmavorming eene secretie in het spel is, waardoor het chondroitinezwavelzuur wordt afgezet. Jonge kapsels immers zijn indifferent tegenover kleurstoffen, terwijl ze later basophiel worden.

Tegenstanders van de exoplasmatheorie zijn: KÖLLIKER (78), SCHAFFER, (40) BIEDERMANN (4).

De eerste vindt in de omstandigheid, dat de kapsel gelaagd kan zijn, wat hij opvat als het gevolg van eene voortgezette uitscheiding, een bewijs, dat men met eene secretie heeft te doen.

Ook SCHAFFER spreekt van afscheiding. Hij maakt er voorts op attent, dat het begrip exoplasma en endoplasma bij protozoën eene heel duidelijke beteekenis heeft. Beide vormen een geheel. Het eerste kan niet als een huidje van het laatste afgelicht worden. Zulk eene scheiding geschiedt bij de kraakbeencel zeer gemakkelijk.

BIEDERMANN past zijne secretietheorie ook toe op de vorming van de kapsel en van de kit.

Het spreekt vanzelf dat zij, die de boven besproken opvattingen huldigen over het wezen van de kraakbeencel kapsel, dezelfde theorie zullen toepassen op de kit, daar ze deze indentiek stellen aan de kapsel.

HANSEN laat er zich als volgt over uit:

Of men nu zegt: De cel scheidt grondsubstantie af,

of vormt deze of wel de uiterste perifere lagen veranderen in grondsubstantie, het komt hierop neer, dat er ergens een overgang moet wezen van protoplasma in grondsubstantie. Slechts kunstmatig is de bindweefselgroep te verdeelen in cellen en grondsubstantie.

Ook WALDEYER(63) laat grondsubstantie niet door secretie ontstaan maar uit gemetamorphoseerd protoplasma.

Ik ga met die schrijvers accoord, die kit als een exoplasma opvatten. Ik heb er reeds op gewezen hoe het protoplasma van de cel geleidelijk in kit kan overgaan, hoe de in het begin dikwijls eosinophiele kapsel er basophiel door wordt en hoe langzamerhand de omgeving der cel er mede geimbibeerd kan worden. Tot zoover zou men ook nog aan eene secretie kunnen denken, maar als doorslaggevende factor moet ik op den voorgrond stellen, dat het o.a. HANSEN(65) is mogen gelukken aan te toonen, dat in die substantie fibrillen zijn ontstaan. In eene doode massa is dit niet mogelijk. Bovendien is gebleken, dat ook fibrillen hierin kunnen groeien. Nu mag het VON EBNER wel zijn gelukt in eene colloidale massa onder invloed van bepaalde krachten een stolling in fibrillen te laten optreden, maar eenen groei ervan heeft hij natuurlijk niet kunnen aantoonen.

Afgezien nog van de andere eigenschappen der grondsubstantie als retractiliteit, reageeren op prikkels, enz. kan men m.i. niet deze levende stof als een buiten het celterritoir gelegen deel van het protoplasma opvatten en moet de kitmassa, als zijnde het amorphe deel der grondsubstantie, als een exoplasma worden beschouwd.

Een kraakbeencel dus, die geheel de eigenschappen van de grondsubstantie heeft aangenomen en er niet meer van te onderscheiden is, is in zooverre ontaard, dat ze het om de kern gelegen endoplasma met deze

erbij tot exoplasma heeft laten worden, alsof ze zich tegen haar neiging kitsubstantie te vormen niet heeft kunnen verzetten en het met haar eigen endoplasma heeft moeten boeten, zoodoende haar zelfstandigheid verliezende.

Dat we tevens moeten denken aan eene secretie, waardoor de basophilie optreedt, beweren ook STUDNICKA en HANSEN. De laatste zegt, dat deze chemische affiniteit afkomstig is van eene stof, die de grondsubstantie imbibeert, wat bewezen wordt uit het feit, dat de basophilie het sterkst is in het midden van het kraakbeen en direct om de cellen, doch rondom de vaten en onder het perichondrium afneemt.

Daar er geen andere zuren in kraakbeen zijn aangetoond zal zijne basophilie wel berusten op de aanwezigheid van chondroitinezwavelzuur.

Waar ik thans aan het einde van de beschrijving van de ontwikkeling en den bouw van den menisk ben gekomen, meen ik er tot slot nog op te moeten wijzen, dat evenals bij de gewrichten der gewervelde dieren, van de amphibiën of tot en met de zoogdieren, een ontwikkelingslijn was te trekken, die overeenkwam met de ontstaansmodus der articulaties, met even groote duidelijkheid een overeenkomstig proces bij de menisci kan worden aangetoond.

De phylogenetische ontwikkelingslijn van den menisk is als volgt aan te geven.

De eerste aanleg ervan vindt LUBOSCH (27) bij salamanders, waar hij nog zeer onvolkomen is en slechts aan de plantaire zijde van het kniegewricht gevonden wordt.

Hij is kraakbeenig en in zijn ontstaan duidelijk als een derivaat van het vulweefsel te herkennen.

Ik trof hem bij de pad aan als een fibreuse ring tusschen femur en tibia, waarvan de centrale rand

scherp, de omtrek dik is. Slechts aan de plantaire zijde bestond hij uit zuiver hyaline kraakbeen, terwijl de oppervlakten fibreus blijven.

In het fibreuse gedeelte is zeer duidelijk eene samenstelling uit circulaire dunne peesbundels op te merken, waartusschen voor het meerendeel bindweefselcellen zijn gelegen. Het midden van het kniegewricht bezit nog vulweefsel, waarin tevens een band verloopt die femur en tibia verbindt. Over de uitgestrektheid van den menisk bestaat een gewrichtsspleet.

Volgens opgaven in de literatuur bezit de hagedis een hyalinekraakbeen menisk. Volgens mijn bevindingen is hij van bindweefselkraakbeen met overgangen tot hyaline wat zijn periferie betreft. Zijn centraal gedeelte is peesweefsel, waarin kraakbeen- of vóórkraakbeencellen liggen.

Een circulaire bouw is er weer in te onderkennen. Tevens strekt de gewrichtsspleet zich veel verder naar het midden toe uit. Slechts het centrum rondom de gekruiste banden bevat een rest vulweefsel.

Het valt dus op, dat de menisk het eerst optreedt en als zoodanig geheel ontwikkeld is bij de op het land levende dieren. Bij salamanders heb ik hem niet gevonden, evenmin bij de kikvorsch.

De pad echter bezit hem reeds en de gewrichtsspleet is over zijn uitgestrektheid aanwezig.

De hagedis heeft een meer volkomen gewrichtsholte en menisk.

De vogels hebben zooals beschreven is, een menisk, welke uit circulaire bundels en septa samengesteld is, waarbij de laatsten aan de periferie hun grootste breedte hebben.

Bovendien krijgt iedere femurcondyl zijn eigen menisk en vormt een apart gewricht. De menisk heeft dikwijls geen halvemaanvorm, doch is als een ringvormige schijf tusschen de gewrichtseinden geplaatst.

Bij de zoogdieren heeft hij in principe dezelfde samenstelling als bij de vogels, evenwel zijn de septa sterker ontwikkeld, hebben neiging te verkraakbeenen, terwijl de circulaire bundels een meer pezig karakter houden.

Wat leeren deze bevindingen nu?

Die dieren, welke een minder volmaakte en schuivelende wijze van voortbeweging hebben en waarbij het lichaamsgewicht niet alleen door de ledematen gedragen wordt, doch voor een groot deel op den grond rust, bezitten een minder samengestelden menisk. Die dieren, welke vrijere gangen hebben, hebben door de aanwezigheid van septa menisci, die uit op elkaar gelegen peesbundels bestaan. Dat hierdoor de menisk zeer schokbrekend werkt, behoeft geen betoog.

Doch de septa hebben nog een bijzondere taak. Als we ons voorstellen hoe de menisk gedrukt wordt door twee oppervlakten, waarvan althans die van het femur een sterke convexiteit bezit, dan begrijpen we tevens hoe de circulaire bundels door het lichaamsgewicht naar buiten geperst worden. De centrale rand ondergaat deze werking in mindere mate dan de periferie. En nu zien we juist, dat aan de periferie de septa hun grootste breedte bezitten. Men kan aannemen dat deze dienen om aan die kracht weerstand te bieden en dáár het sterkst ontwikkeld zijn, waar hun taak de bundels te fixeeren het grootst is.

Een soortgelijk systeem vinden we in het labrum glenoidale van het heupgewricht. Ook hierin loopen tusschen de overlangsche bundels septa, die evenwel niet de ontwikkeling hebben als in den menisk. Doch ze hebben m.i. weer tot taak de bundels bijeen te houden.

Hierin hebben ze alle een gelijke breedte, daar de krachten gelijkmatig over den band verdeeld zijn.

In een gewone pees loopen tusschen de bundels slechts dunne bindweefselfibrillen, die de bundels

bijeen moeten houden. Daar hier de spanning in de lengterichting der peesbundels gericht is, is van een uitwijkende kracht geen sprake en zijn dientengevolge de septa zeer dun.

Bij de hoogere dieren bezit iedere femurcondyl een apart gewricht. Het is hierdoor mogelijk een meerdere rotatie van de tibia om haar lengteas te bewerkstelligen. Dit is bij een terrestrische levenswijze voor een volmaakten gang vereischt. Door de aanwezigheid van den menisk, die er voor zorgt, dat steeds congruente gewrichtsvlakten over elkander glijden, wordt bovendien de wrijving over twee oppervlakten verdeeld, n.l. van het femur op den lossen menisk en van dezen op de tibia waardoor ze sterk verminderd wordt.

De bouw, welke de menisk bezit, is evenals die van de gewrichten door overerving ontstaan. Zoo zeggen BERNAYS, KAZZANDER, SCHULIN, RETTERER, dat een gewricht in al zijn onderdeelen en vorm door spierwerking gevormd is, doch nu ontogenetisch overgeërfd wordt.

In den menisk zagen we de septa het eerste aan de periferie ontstaan toen er nog geen peesbundels aanwezig waren. Deze ontstonden het eerst in de centrale helft. Langzamerhand zien we een structuur ontstaan, die in het embryonale leven niet het resultaat is van op hem werkende krachten, doch moet beantwoorden aan die, welke in het latere leven er op inwerken.

Zoo zijn embryonaal de beenbalkjes reeds aangelegd, omdat zij in het geboren individu aan verschillende krachten, die op het been inwerken, weerstand moeten bieden.

BIEDERMANN denkt evenwel dat al zulke systemen ontstaan als resultante van op het weefsel werkende drukkingen en trekkingen tijdens de ontwikkeling.

RÉSUMÉ.

De gewrichtsspleet ontstaat het eerst op plaatsen van innigst contact, d. i. in het midden van de syndesmose.

Bij de spleetvorming gaat het vulweefsel van uit het centrum naar alle zijden uitwijken; vervloeiing der mesenchymcellen speelt hierbij een zeer ondergeschikte rol.

De holte tusschen femur en menisk ontstaat eerder tusschen deze en de tibia.

Bij dit uitwijken leggen de mesenchymcellen zich circulair. In microscopische preparaten ontstaan hierdoor lijnen, die centraal evenwijdig aan de gewrichtsoppervlakten loopen, perifeer sterk naar buiten gebogen zijn. (Kurven van LUBOSCH).

De menisci en intraärticulaire banden zijn geen uitgespaarde deelen van het vulweefsel, doch zelfstandige vormingen op de basis van dit mesenchym.

De gewrichtskapsel is in haar eersten aanleg eene directe voortzetting van het perichondrium der epiphysen. Bovendien verdikt zij zich door toevoeging aan haar binnenzijde van een gedeelte van het vulweefsel, dat bij de spleetvorming zijwaarts uitwijkt.

Bij het eerste ontstaan der gewrichtsholte zijn invloeden van mechanischen aard, welke terug te voeren zijn tot contracties van spieren en banden alsmede groeidruk, uit te sluiten.

Bloedvaten hebben op de verdwijning van het vulweefsel geen invloed, aangezien het op de plaatsen waar de gewichtsspleet ontstaat, vaatloos is.

De vorming der gewrichtsholte is een kwestie van erfelijkheid.

In de wijze van ontstaan van het fetale gewricht uit een syndesmose is een systeem te ontdekken, dat men in de phylogenetische ontwikkeling der gewrichten terugvindt.

Tegen de kraakbeenoppervlakten legt het vulweefsel zich tot een chondrogene laag.

De chondrogene laag verdwijnt later, doordat ze voor de appositie van kraakbeen dient.

Het endotheel, dat de gewrichtskapsel bekleedt, strekt zich in het jonge embryo ook over een zekeren afstand over de kraakbeenoppervlakten uit. Het is op te vatten als een rest der voorgenoemde chondrogene laag en is dus van bindweefselachtigen aard.

De kniegewrichtsholte ontstaat eerder dan die van het femoro-patellair gewricht, doch de laatste wordt sneller gevormd dan de eerste.

In de menisci, die vanaf hun eerste vorming een circulairen bouw hebben, komen de circulaire peesbundels het eerst tot stand in de centrale helft.

In deze circulaire bundels is het „Kurven-systeem" van LUBOSCH nog te herkennen.

In de embryonale ontwikkeling is de menisk der ungulaten dien van de carnivoren vooruit.

De septa worden het eerst aan de periferie aangetroffen. Ze dienen vermoedelijk tot bevestiging der circulaire bundels en hebben overeenkomstig hun zwaardere taak aan de periferie de grootste breedte en lossen zich centraalwaarts in steeds smaller wordende banen op.

Door hun aanwezigheid zijn de menisci als een opeenstapeling van circulaire bundels of complexen ervan te beschouwen, waardoor ze zeer schokbrekend werken.

De kraakbeencellen en kraakbeengrondsubstantie treden het eerst in de centrale helft op en breiden zich perifeerwaarts uit.

Het kraakbeenelement is hoofdzakelijk in de septa, de oppervlakten en den centralen rand vertegenwoordigd. Het neemt doorgaans met den leeftijd in uitbreiding toe.

De bloedvaten dringen in de septa de menisci centraalwaarts binnen. Ze worden door het kraakbeen, dat zich het eerst rondom hun centrale einden vormt, later weer naar de periferie teruggedrongen.

De bindweefselcellen uit de adventitia veranderen hierbij in kraakbeencellen.

Vermoedelijk gebeurt dit ook met de gladde spiercellen en endotheelcellen, doch met zekerheid is dit niet te beslissen.

Terwijl de menisci gedurende hun enbryonale ontwikkeling aan de oppervlakte en den centralen rand het celrijkst zijn, gaat door een celverval de hoeveelheid cellen hier sterk achteruit en houdt ten slotte de periferie de meeste cellen in.

Ondanks het celverval neemt de grondsubstantie nog een tijd in volume toe.

De menisk is een lichaamsdeel, dat aan dieren met een terrestrische levenswijze eigen is.

Hoe vrijer hun gang wordt, hoe samengestelder de menisk is en hoe meer de resten van het vroegere vulweefsel verdwijnen.

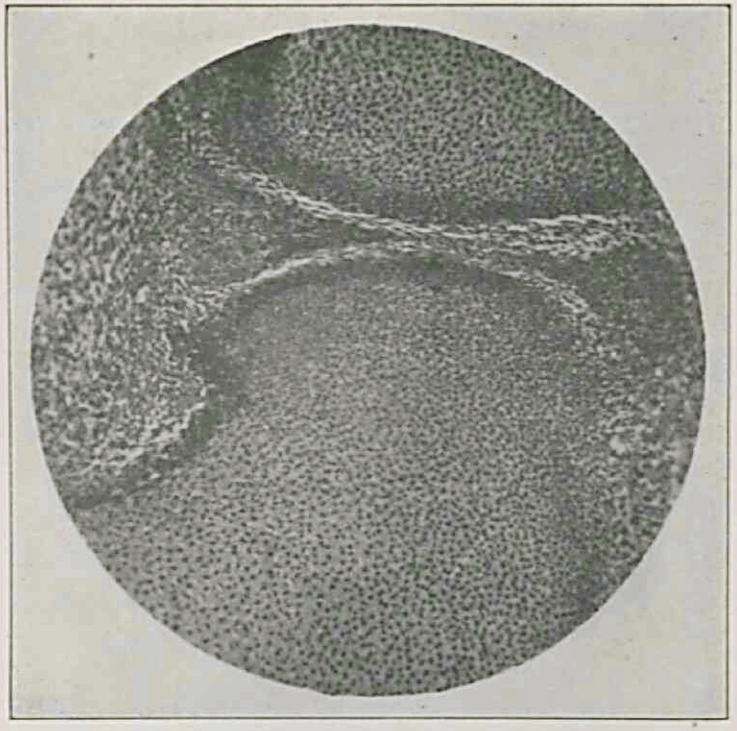


Fig. 2.

Kniegewricht van een Schaapsfetus 27 m.M.
Vulweefsel nog aanwezig. Menisk dwars getroffen.
Breede chondrogene laag.

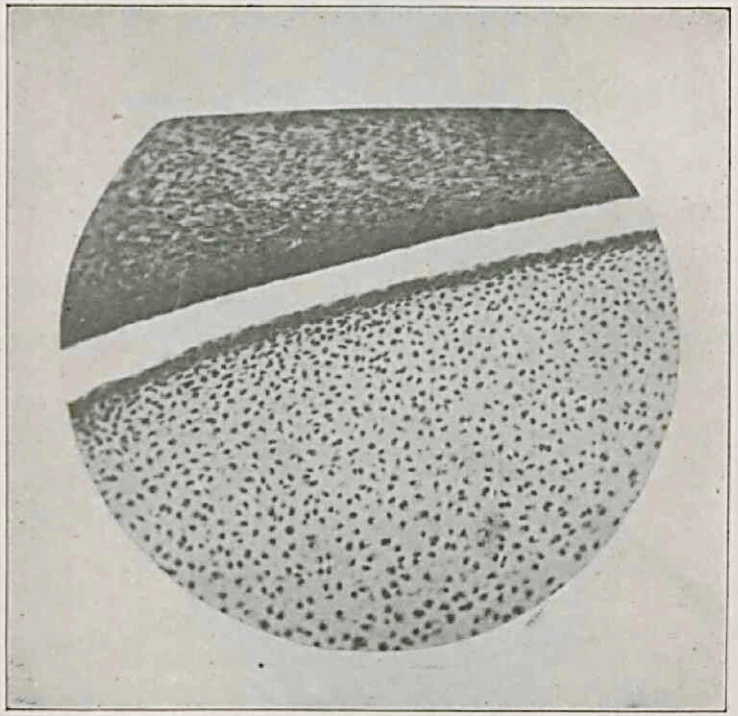


Fig. 3.

Menisk en femur-oppervlakte fetus geit 14 c.M.
Chondrogene laag veel smaller dan in
vorige figuur.

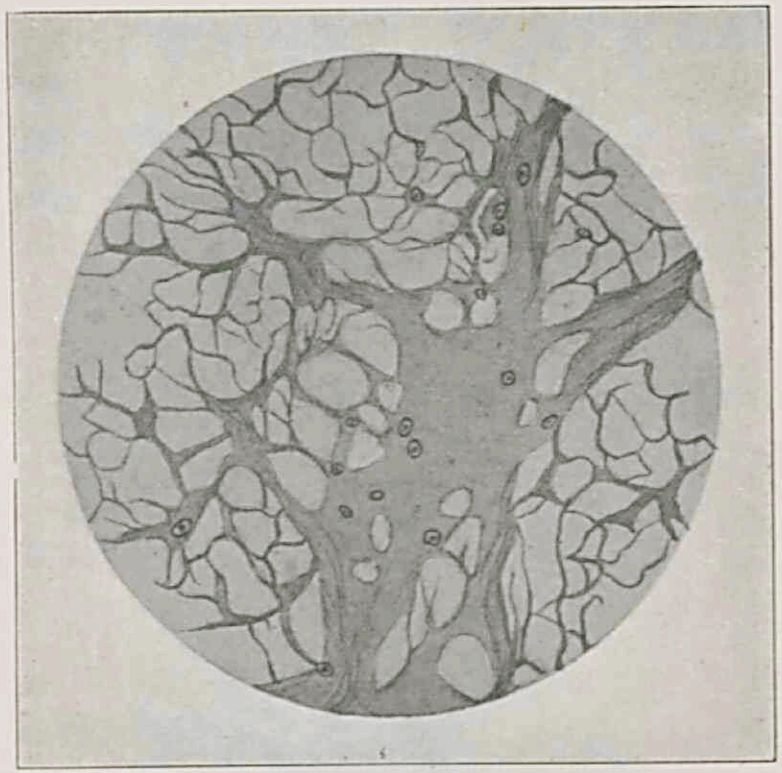
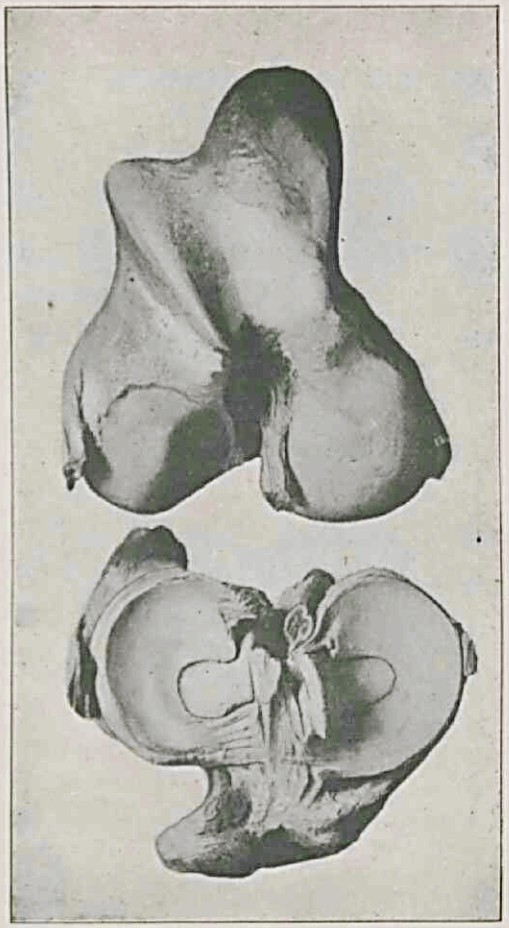


Fig. 4.

Microscopisch beeld van den menisk (circulaire bundels en septa), dwars getroffen, *volwassen paard*.

lateraal

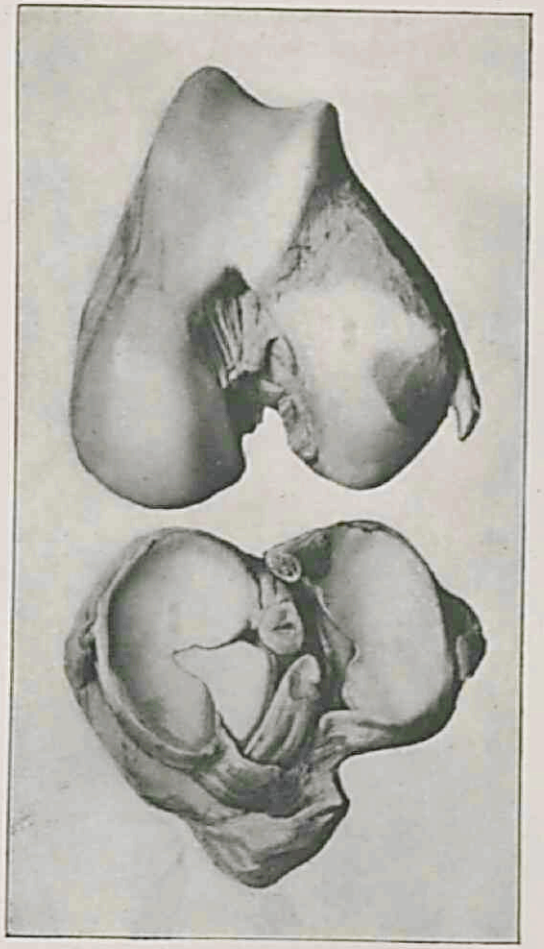


mediaal

Fig. 5.

Femur en tibia in de richting der beenassen gezien. Bandpreparaat paard.

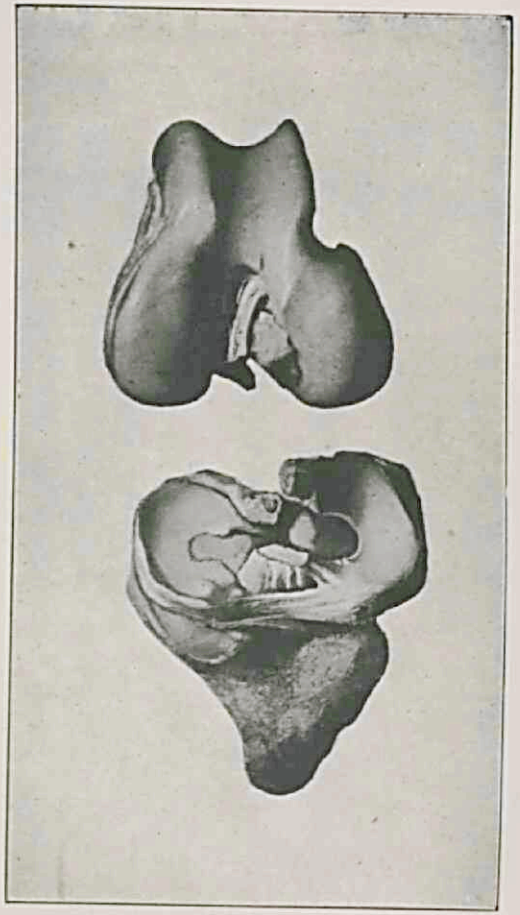
mediaal



lateraal

Fig. 6.
Als vorige figuur. Bandpreparaat rund.

mediaal



lateraal

Fig. 7.
Als vorige figuur. Bandpreparaat hond.

LITERATUUR-OVERZICHT.

1. APOLANT, H., Ueber Faserknorpel. — Inaug. Dissert. 1890.
2. BABER, On the structure of hyaline cartilage — Journal of anatomy and physiol. 10, 1876.
3. BERNAYS, Die Entwickelungsgeschichte des Kniegelenkes des Menschen — Morphol. Jahrb. dl. 4. 1878.
4. BIEDERMANN, Sekretion und Sekrete. — Pflüger's Archiv. 1913.
5. BOLL, Untersuchungen ueber den Bau und die Entwickelung der Gewebe — Arch. f. Mikrosk. Anat. dl. 8 1872.
6. BONNET, Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte 1912.
7. BRANCA, Précis d'Histologie 1914.
8. BRUNN, Beiträge zur Ossificationslehre — Arch. f. Physiol. und Anatomie 1874.
9. BUDGE, Mitteilungen ueber Saftbahnen im hyalinen Knorpel — Arch. f. mikrosk. Anatomie dl. 14 1877.
10. BÜTSCHLI, Zur Kenntnis des Theilungsprozesses der Knorpelzellen — Zeitschr. f. Wissenschaftl. Zoölogie dl. 29 1877.
11. COOPER, A treatise on ligaments 1825.
12. DEKHUYZEN, Het onderzoek van dierlijke weefsels in het gepolariseerde licht — Acad. proefschrift Leiden 1884.
13. DEKHUYZEN, De aard van het proces der kleuring van mikroskopische preparaten — Nederl. tijdschrift. v. geneesk. 1886.

14. DEKHUYZEN, Het hyaline kraakbeen, zijn beteekenis en zijn groei — idem 1889.
15. ELLENBERGER-BAUM, Vergleichende Anatomie der Haustiere. 1915.
16. ELLENBERGER-GÜNTHER, Grundrisz der vergleichenden Histologie der Haussaügetiere 1908.
17. FICK, Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke dl. 3 1904.
18. FLEMMING, Die Histogenese der Stützsubstanzen der Bindesubstanzgruppe — Handbuch der Entwick. lehre der Wirbelt. dl. 2 Bd. 3 (Hertwig) 1916.
19. FREDERIKSE, Der Zusammenhang zwischen Mitochondriën und Bindegewebsfibrillen. — Anatom. Anz. dl. 50 1917—1918.
20. GEGENBAUER, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere 1864.
21. HAGEN-TORN, Entwickelung und Bau der Synovialmembranen. — Arch. mikr. Anat. dl. 21. 1882.
22. HAMMAR, Ueber den feineren Bau der Gelenke. — Arch. f. mikrosk. Anat. 43. 1894.
23. HANSEN, Ueber die Genese einiger Bindegewebssubstanzen — Anat. Anz. dl. 16. 1912.
24. LACHMANN, Ueber Knorpelzellen-Müller's Arch. 1857.
25. LEYDIG, Zelle und Gewebe 1885.
26. LIEBERKÜHN, Ueber die Ossification des hyalinen Knorpels — Arch. f. Phys. und Anatomie 1862.
27. LUBOSCH, Bau und Entstehung der Wirbeltiergelenke 1910.
28. MARTIN, Anatomie der Haustiere 1914.
29. MEVES, Ueber Structuren in den Zellen des embryonalen Stützgewebes — Arch. f. mikrosk. Anat. dl. 75 1910.
30. MÜLLER, Ueber verkalkte und poröse Kapseln im

Netzknorpel des Ohres — Würzb. Naturwissensch. Z. 1860.
31. Neumann, Die Jodreaktion der Knorpelzellen — Arch. mikrosk. Anat. dl. 14. 1877.
32. Nijkamp, Beitrag zur Kenntnis der Struktur des Knorpels — Arch. mikr. Anat. idem.
33. Pekelharing, Voordrachten over weefselleer. 1905.
34. Rauber-Kopsch, Lehrbuch der Anatomie des Menschen dl. 2. 1911.
35. Reinke, Zellstudien — Arch. mikr. Anat. 43 1894.
36. Remak, Ueber die Entstehung des Bindegewebes und des Knorpels — Arch. f. Anat. und Physiol. 1852.
37. Retzius, Was sind die Plastosomen? — Arch. mikr. Anat. 84. 1913.
38. Romeis, Das Verhalten der Plastosomen bei der Regeneration — Anat. Anz. 45, 1914.
39. Ruppricht, Ueber Fibrillen und Kittsubstanz des hyalinen Knorpels — Arch. Mikrosk. Anat. dl. 75, 1910.
40. Schaffer, J., Bemerkungen ueber die Histologie und Histogenese des Knorpels der Cyclostomen — Arch, mikr. Anat. dl. 50 1897.
41. Schaffer, J., Die feinere Bau und die Entwickelung des Schwanzflossen Knorpels von Petromyzon — Anat. Anz. dl. 19. 1901.
42. Schaffer, J., Grundsubstanz — Intercellularsubstanz und Kittsubstanz — idem.
43. Schaffer, J., Ueber das vesikulöse Stützgewebe, Knorpelkapseln und Chondrinballen — Anat. Anz. 23 1903.
44. Schleicher, Die Knorpelzelltheilung — Arch. mikrosk. Anat. 16 — 1879.
45. Srdinko, Beitrag zur Histologie und Histogenie des Knorpels — Anat. Anz. dl. 22 — 1903.

46. Sisson, The Anatomy of the domestic animals 1914.
47. Spronck, Zur Kenntnis der Struktur des Hyalinknorpels — Anat. Anz. 9. 1894.
48. Strasser, Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik dl. 3 1917.
49. Stricht, v. d., Recherches sur le cartilage hyalin Arch. de Biologie T. 7 1887.
50. Stricht, v. d., Recherches sur le cartilage articulaire des oiseaux. — Arch. d. Biologie 10. 1890.
51. Studnicka, Histologische und histogenetische Untersuchungen ueber das Knorpel-, Vorknorpel- und Chordagewebe. — Anat. Hefte 67 1903.
52. Studnicka, Ueber die Histologie und Histogenese des Knorpels der Cyclostomen. — Arch. mikrosk. Anat. 48 1897.
53. Studnicka, Weitere Bemerkungen ueber das Knorpelgewebe der Cyclostomen — Arch. mikr. Anat. 51 1898.
54. Studnicka, Ueber einige Grundsubstanzgewebe. Anat. Anz. 31 1907.
55. Studnicka, Das extrazelluläre Protoplasma. — Anat. Anz. 44 1913.
56. Studnicka, Die Entstehung des Endoplasmas und Exoplasmas in einigen Zellen — Anat. Anz. 45 — 1914.
57. Studnicka, Das Autexoplasma und Synexoplasma Anat. Anz. 47 1915.
58. Studnicka, Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der Zellverbindungen. — Anat. Anz. 48. 1915. 1916.
59. Thin, On the Structure of hyaline cartilage. — Journal of microsc. Science 16 1976.
60. Tillmans, Beiträge zur Histologie der Gelenke. Arch. mikrosk. Anat. 10 1874.
61. Virchow, R., Exostosen und Enchondromen. — Virchow's Archiv. 4. 1852.

62. Vogelpoel, Over Kern- en Celdeeling. — Acad. proefschift. Leiden 1878.
63. Waldeyer, Kittsubstanz, Grundsubstanz, Epithel und Endothei. — Arch. mikrosk. Anat. 57. 1900.
64. Zuckerkandl, Beiträge zur Lehre von dem Baue des hyalinen Knorpels. — Sitz. b. Kais Kön. Akad. der Wissensch. 1885.
65. Hansen, Untersuchungen ueber die Gruppe der Bindesubstanzen. — Anat. Hefte 27. 1890.
66. Schulin, Ueber die Entwickelung und weitere Ausbildung der Gelenke des menschl. Körpers. Arch. f. Anat. u. Physiol 1879.
67. Henke und Reyer, Studien ueber die Entwickelung der Extremitäten des Menschen, ins besondere der Gelenkflächen. — Wiener Akad. Sitzungsber. bnd. 70 Heft 2 1874.
68. Retterer, Sur le mode de développement des cavités articulaires chez les mammifères. — Compt. rendus de la Société de biologie de Paris 1886.
69. Henle, Allgemeine Anatomie 1841.
70. Hertwig, Ueber die Entwickelung und den Bau des elastischen Gewebes im Netzknorpel. — Archiv mikr. Anatomie Bd. 9 1873.
71. Loisel, Formation et évolution des éléments du tissu élastique. — Journal de l'anat. et de physiologie 1897.
72. Gerlach, Handbuch der allgem. u. spec. Gewebelehre des menschl. körpers. 1848.
73. Soubbotine, Recherches histologiques sur la structure des membranes synoviales. — Arch. de physiol. norm. et pathol. Sér. 2 dl. 7 1880.
74. Hüter, Zur Histologie der Gelenkflächen und Gelenkkapseln. — Virchow's Arch. 36. 1886.
75. Donders, Form, Mischung und Funktion der elementären Gewebetheile im Zusammenhang mit

ihrer Genese. — Zeitschr. wissensch. Zoöl. bnd. 3. 1853.

76. KORFF, VON, Ueber die Histogenese und Struktur der Knorpelgrundsubstanz. — Arch. f. mikrosk. Anatomie 84. 1914.

77. HEIDENHAIN, M., Plasma und Zelle. dl. 1 1911.

78. KOELLIKER, Handbuch der Gewebelehre 1863.

STELLINGEN.

1. Anaplasma is een parasiet.

2. Grondsubstantie in steunweefsels leeft.

3. De X- (hetero-) chromosoom is geen geslachtsbepaler.

4. De ceratogene membraan scheidt over haar geheele uitgestrektheid cellen af.

5. Omtrent de exstirpatie van het hoefkraakbeen is een zoodanige operatiemethode, waarbij geen substantieverlies van de hoeflederhuid ontstaat, de beste.

6. Bij de ziekte van Adam Stoke (Hartblok) zijn arythmieën aan de orde van den dag. Het bewijst alleen, dat het hart door vreemde prikkels in zijn regelmatig mechanismus gestoord is en extrasystolen daarvan het gevolg zijn. Ze wijzen geenszins op bepaalde ziekten van het hart.

7. De animale vaccine immuniseert voor een bepaalden, echter betrekkelijk korten tijd. Ze moet nu en dan gehumaniseerd worden, omdat zij anders te veel van haar virulentie inboet.

8. Het ontbreken van het ligam. scroti van het gubernaculum Hunteri bij al onze huisdieren, maakt de verplaatsing van bal en bijbal van de

buikholte naar het cavum vaginale door verkorting van dien band niet duidelijker.

9. In anatomische leerboeken staat vermeld, dat de nervus recurrens zijn centrum heeft in het frontaalderde gedeelte van den nucleus ambiguus. Experimenteel is voor den hond en klinisch voor het paard bewezen, dat dat centrum zich bevindt in het spinaal derde gedeelte van den nucleus ambiguus.

10. Het is als regel histologisch uit te maken of longknobbeltjes bij het paard zijn veroorzaakt door zoöparasieten, dan wel door kwadedroes-bacillen, resp. tuberkel-bacillen.

11. De economische voordeelen van neurectomie gaan boven de gevaren aan die operatie verbonden.

12. De verloskunst moet in haar geheelen omvang in handen van den veearts blijven.