

LA INJECCIÓ DE LES XARXES
DE PURKINJE
I DELS LIMFÀTICS DE L'ENDOCARDI

per

JOAQUIM TRÍAS

Fent injeccions sub-endocàrdiques per a estudiar els vasos limfàtics, hem assolit en alguns animals (vaca, ovella), la repleció d'una part del fascicle atrio-ventricular i especialment de les xarxes de Purkinje considerades per Tawara (1) com la expansió terminal d'aquest fascicle.

Ja l'any 1866, Ebert i Belaieff (2) havien fet marcar la possibilitat d'injectar la xarxa de Purkinje i de confondre-la amb els limfàtics injectats.

Modernament Lhamon (3) i Cohn (4) han aconseguit injectar tot el sistema de xarxes de Purkinje així com també Aagaard i Hall (5) que han publicat un extens treball sobre aquesta qüestió.

La present nota té per objecte estudiar l'injecció de dites xarxes i la dels limfàtics fixant preferentment l'atenció sobre la llur morfologia, topografia i caràcters diferencials.

1) *Técnica.* — Es la mateixa que s'utilitza per a l'injecció de limfàtics. Per a estudiar la morfologia de les xarxes injectades, isolem l'endocardi amb les xarxes injectades i un cop aclarat, l'examinem com una preparació microscòpica.

La injecció dels vasos limfàtics i de les xarxes de Purkinje la hem efectuat, segons la tècnica indicada per Bartels (6) utilitzant com a instrumental, una xeringa Record amb mecanisme de tancament en baioneta en el sistema d'anelles que posseeix i en la cànula.

La cànula utilitzada fou indistintament bé de metall molt fina, bé de vidre estirat a la flama que s'enxufa a un portacànules mitjantçant una lamineta de goma o amb un fil de seda encerat.

La pasta usada ha estat la de Gerota modificada (7) en el sentit de disminuir la quantitat d'èter, amb la qual cosa perd poc en son poder penetrant però guanya molt en estabilitat, conservació, grau de color, etc. La punció, tractant-se d'injeccions de la xarxa de Purkinje s'ha d'efectuar directament, picant sobre una trabècula visible i a simple vista, si bé pot obtenir-se també punccionant en un lloc pròxim de sota l'endocardi, o sia mitjantçant el que es coneix per punció intersticial.

Quan es vol intentar la injecció dels vasos limfàtics, cal seguir aquest últim procediment, perquè aquests no són mai visibles a simple vista en l'endocardi.

Un cop feta la punció pot succeir: 1.^o que es formi una infiltració difusa sota de l'endocardi, sense senyals de xarxes ni trabècules, en el qual cas l'injecció s'ha de considerar fracassada i provarem de fer-la en altre lloc; 2.^o que ressaltin grans i elegants xarxes pels quals corri amb rapidesa la massa d'injecció, en el qual cas haurem aconseguit injectar el reticle de Purkinje; i 3.^o que la massa d'injecció s'extengui per fins i tortuosos conductets pels quals corre la injecció amb certa dificultat sense propagar-se a gran distància, en el qual cas, de segur haurem aconseguit la injecció d'un territori limfàtic.

Per a estudiar detingudament la disposició morfològica de les xarxes de Purkinje i dels limfàtics, extirpem una

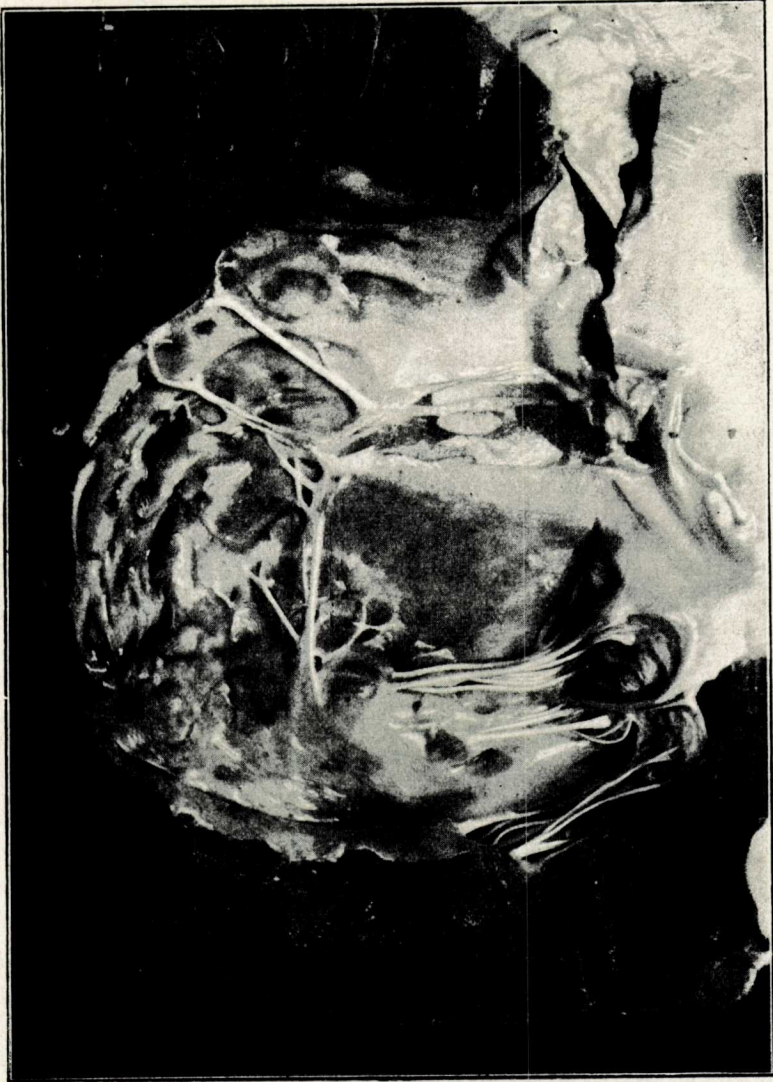


Fig. 1



Fig. 2

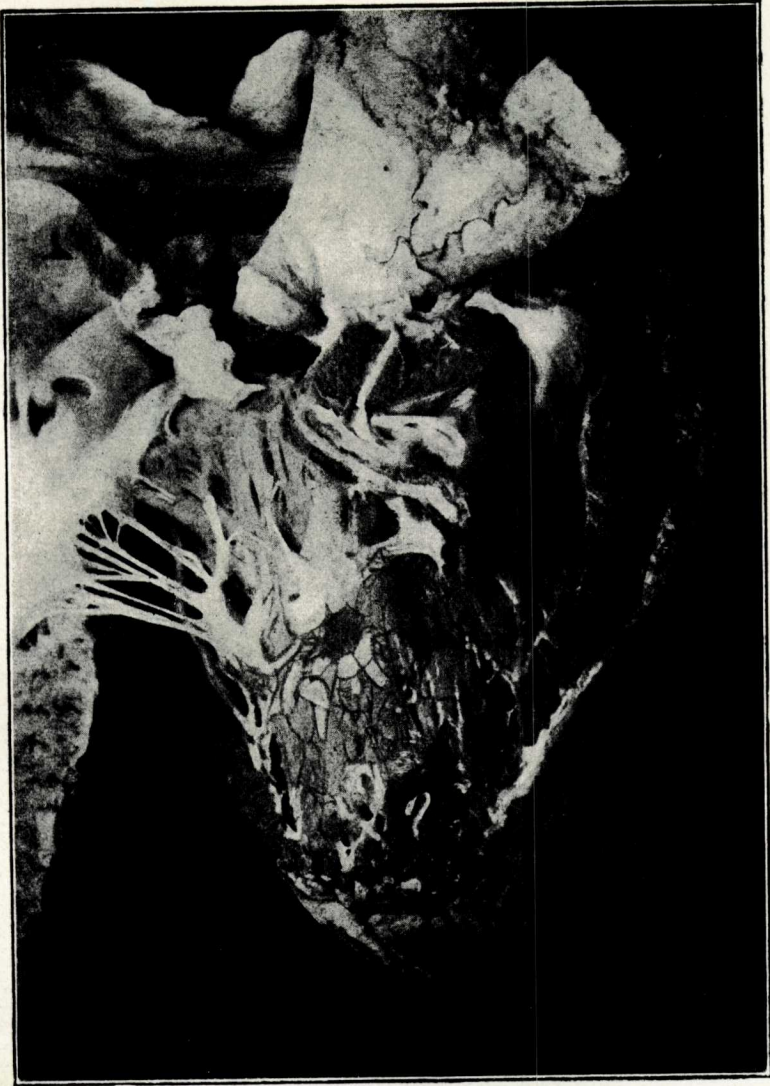


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

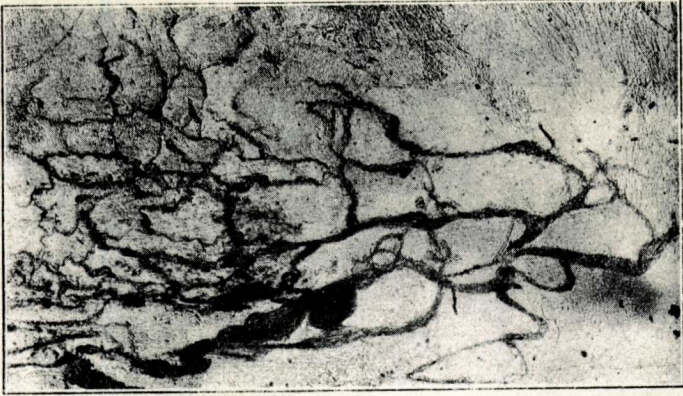


Fig. 7



Fig. 8

part de paret ventricular injectada, cosa que s'aconsegueix mitjantçant quatre incisions, que es fan amb un escarpell convex. El prisma muscular obtingut, cobert d'endocardi per una de ses cares, el fixem amb líquid de Bouin durant 48 hores, passades les quals, separem les fibres musculars tenyides de groc, operació que es pot fer amb unes pinces de dissecció fines, i ens queda la serosa endocàrdica revestida de la seva injecció (fibres del Purkinje i vasos limfàtics que deuen ésser respectats amb gran cura. Després de deshidratar la peça amb alcohol absolut i aclarada amb xilol (això molt ràpidament perquè la massa d'injecció es dissol amb gran facilitat), es munta com una preparació histològica vulgar.

Amb aquest procediment, hem obtingut també porcions d'endocardi no injectades, en les quals hem respectat les fibres de Purkinje i després de colorar-les amb una substància semblant al blau de Prússia (tionina, p. e.), hem pogut comprovar una identitat tan gran amb les fibres injectades, que en algunes preparacions és impossible trobar-hi distinció.

II) *Material utilitzat.* — Per a dur a terme aquests estudis és precís treballar sobre el cor d'animals en els quals les xarxes de Purkinje sian observables amb tota claretat; per aquest motiu nosaltres hem triat com a preferible en nostres treballs el cor de bou i el d'ovella. Nosaltres no creiem, com alguns autors afirmen, que l'èxit de la operació depengui d'això que l'animal utilitzat sigui acabat de matar, puix hem obtingut fracassos amb cors frescos i en canvi la injecció ens ha donat bon resultat en d'altres que ja feia hores que eren morts. Solament deu ésser rebutjat el cor quan han aparegut símptomes de putrefacció perquè aleshores es fan els teixits altament fràgils i no és possible la injecció. Tampoc influeix molt l'edat de l'animal, si bé pot afirmar-se que en els excessi-

vament vells, l'endocardi és molt opac i les xarxes resulten com velades.

Abans de descriure els resultats obtinguts en l'injecció detinguem-nos uns moments sobre algunes particularitats anatòmiques especials que presenta el cor d'aquests animals.

a) *Aspecte general de l'interior dels ventricols.* En obrir un ventrícol, la primera cosa que atreu l'atenció és la regularitat especial de les parets, si es comparen amb l'aspecte que ofereix el cor humà. En efecte: aquell aspecte cavernós, aquella riquesa de columnes de segon i de tercer ordre que fan que el ventrícol tingui un aspecte esponjós no es veu en aquests animals; sembla com si en ells totes les fibres i columnes que en l'home formen relleu, s'haguessin condensat i adherit a la paret, formant-ne part integrant, donant lloc a un tipus molt més apartat del cor embrionari, que no pas en l'home.

Els músculs papil·lars en el ventrícol dret, estan condensats en dos grups, un anterior i altre posterior, llur grandària no és molta i llur nombre variable.

En el ventrícol esquerre, al contrari, són molt robustos, només n'hi ha dos, un d'anterior i l'altre posterior assolint una grandària tant considerable que per si sols omplenen un espai considerable dins la cavitat.

L'endocardi és més espès i opac que en l'home i en alguns casos està revestit de certa quantitat de teixit conjuntiu que li dóna un aspecte poc transparent. En demés s'aprecien en sa superfície unes trabècules translúcides, grisenques, d'aspecte gelatinós, que són les fibres descrites per Purkinje l'any 1845 (8).

b) *Moderator band.* — La formació, així nomenada pels autors anglesos, no és més que la cinteta uniforme de Poirier, feix arquejat de Testut, trabècula septo-marginalis de la N. A. B. En aquests animals es distingeix aquesta

formació, per la fixesa de sa topografia, a voltes per sa grandària considerable (no constant) i sobretot perquè es fixa en sos extrems i lliure en tota sa extensió, cosa aquesta, que no succeeix en l'home, en el qual presenta nombroses anastòmosis amb la paret i té un aspecte arquejat característic (feix arquejat de Testut).

Parteix de la vora interna del muscul papil·lar anterior i d'allí es dirigeix cap a dalt i en darrera i en dins fins a implantar-se en l'embà interventricular. Examinant la seva secció pot observar-se constantment, la boca d'una artèria de força calibratge (branca de la coronària posterior) i la secció d'un cordó grisenc, que, com més avant direm, no és altre cosa que la branca dreta del fascicle de His.

c) *Sistema atrio-ventricular.* — En el cor d'ovella i encara millor en el de vedella i de bou, el sistema d'excitació i conducció assoleix un desenrotllament tan extremat que fa que pugui ésser fàcilment estudiat per dissecció. Aixecant la paret mitjana de l'orelleta dreta, immediatament per davant de l'orifici del senus coronari (una vàlvula, en aquestos animals), veiem que entre aquesta paret i la superfície de l'arrel de l'aorta (*trigonum fibrosum dextrum*), s'hi troba un cordó cilíndric, gruixut (tronc del fascicle de His), el qual s'eixampla per darrera formant un nucli plexiforme (nucli de Tawara) i per davant es dirigeix cap al cantell superior de l'embà interventricular (*septum membranosum*) en el qual punt s'eixampla el fascicle de His i forma una làmina triangular que per sos angles anteriors es perllonga en dugues branques de les quals l'una va a la dreta (branca dreta del fascicle de His) i l'altra travessa el punt d'arrancada de l'aorta per a desembocar en el ventrícol esquerre.

La branca dreta es dirigeix cap a baix i cap a davant, coberta per una prima capa muscular fins a trobar el lloc

d'implantació de la trabècula septo-marginalis (*moderator band* dels anglesos), i un cop entrada en l'interior de la mateixa, ja no és possible per simple dissecció el seguir-la, ni observar sa continuïtat amb les fibres de Purkinje.

La branca esquerra del fascicle de His penetra en el ventrícol esquerre a nivell de l'infundibulum, entre les valves posterior i dreta de l'aorta, es dirigeix verticalment cap a baix coberta solament per una prima capa de teixit conjuntiu i endocardi, i en arribar a la part mitjana del ventrícol, salta a l'interior del mateix revestida d'una túnica d'endocardi, dividint-se en dues altres branques, l'una que es dirigeix amunt i l'altra endarrera per a terminar en els músculs corresponents. El tronc i les dues branques de bifurcació tenen la forma d'una y invertida (λ) i en arribant al múscul papil·lar pot veure's que cada una d'elles s'esfilagassa, continuant-se amb les xarxes de Purkinje.

Es remarcable que sempre que la branca esquerra sigui sempre més gruixuda que la dreta, sens dubte degut a la major robustesa dels músculs en què es divideix.

No en tots els exemples pot notar-se la forma en λ , puix en alguns la divisió es verifica sota de l'endocardi i les dues branques ja emergeixen separades. Aquesta última disposició ens ha semblat més freqüent en els animals vells.

d) *Falses fibres tendinoses*. — Des de molt antic, són conegudes unes fibres d'aspecte tendinós que salten en l'interior dels ventrícols sense que tinguin cap relació amb les vàlvules, en què van a parar les fibres tendinoses veritables. Dites fibres han estat interpretades de molt diferent manera pels autors (anomalies?, columnes atrofiades?) fins que Tawara (9) veié que estaven en relació amb el sistema atrio-ventricular. Demés de la porció lliure de la branca esquerra del fascicle de His, que hem

descriu, i que Sappey descrigué en parlar dels limfàtics de la vedella (10), n'existeixen d'altres, que hem vist que es presentaven d'una manera constant: una d'elles va des del lloc de bifurcació de la branca esquerra del fascicle de His, fins a la punta del ventrícol esquerre i d'altres no menys constants van des del múscul papil·lar anterior fins a la regió interpapil·lar; demés d'aquestes que sempre són constants, en el ventrícol esquerre en trobem d'altres menys constants i més petites, mentres que en el ventrícol dret són rares. La relació que aquestes fibres tenen amb el fascicle de His és tant evident, que fins en molts casos pot establir-se sense més auxili que la direcció, però de la manera que resulten més ostensibles és en estudiar els resultats de la injecció de les xarxes de Purkinje ja que per a passar d'un territori a l'altre té que seguir fidelment per aquestes fibres tendinoses.

III) *Resultats de la injecció.* — Punxant la base del ventrícol esquerre és com s'obté un resultat millor, degut a això que en dita regió és precisament on les xarxes tenen el major calibre. La injecció pot quedar detinguda a curta distància de la picadura, però generalment envaeix una gran extensió del ventrícol i a vegades es perllonga al llarg del mateix tronc del fascicle com pot veure's en la fotografia 3.

També pot passar l'injecció a l'altre ventrícol seguint la bifurcació del fascicle de His, però nosaltres sols ho hem aconseguit molt incompletament. El que més crida l'atenció en practicar una punció afortunada, és la rapidesa amb què corre la massa d'injecció i la turgència que presenten les xarxes replenes, cosa que fa necessari pinçar el forat de la punxada a fi d'evitar que no es torni a buidar.

Morfologia de les xarxes injectades. — Les fibres de Purkinje injectades formen formoses xarxes que s'escampen

pels dos ventrícols formant a voltes malles estretes que imiten un atapaït mosaic. Altres vegades formen malles de molta grandària, segons la regió del ventrícol.

Aquestes trabècules s'entrecreuen formant nuclis de forma estrellada els quals a la vegada estan formats per trabècules més fines limitant espais irregulars que tenen gran semblança amb els dibuixos de les teranyines; de l'entorn d'aquests nuclis surten perllongacions, que anastomosant-se amb altres veïnes circumscriuen malles o espais en forma de polígons de cinc o sis costats; altres vegades es disposen en forma curvilínea. Cada una d'aquestes trabècules és pròpiament un fascicle format per la reunió de diverses que fins a vegades divergeixen entre si circumscriuint espais angulars.

En el ventrícol dret les malles més amples corresponen a la paret de l'embà i a la paret lateral, predominant els nuclis d'entrecreuaement, fent-se les malles molt petites en la part superior prop de la *crista supraventricularis*.

En el ventrícol esquerre les majors i més visibles corresponen als músculs papil·lars no arribant mai a l'àpex dels mateixos, corren al llarg de les falses fibres tendinoses i el més curiós és que tenen una especial tendència a convergir cap a aquells rams que hem vist anteriorment que procedien del fascicle de His i del qual són una expansió terminal.

En molts casos la substància de l'injecció es difon al llarg del fascicle de His, inclòs en la part amagada, però mai no ho fa en forma d'una trabècula única sinó que les trabècules son molt nombroses, i apretades cap a la part superior i divergents en sa part inferior fins a continuar-se amb les xarxes. Aquestes trabècules mai són independents sinó que s'anastomosen unes amb altres formant un plexe com pot veure's en les fotografies 3 i 4; la direcció que segueix la injecció és completament indiferent, ja que

injectant una sola fibra tendinosa, en el sentit recurrent, la injecció passa a totes les branques de la mateixa en sentit contrari.

Finalment, si nosaltres tenim un tros d'endocardi amb fibres de Purkinje obtindrem una imatge igual a la que donen nostres injeccions, amb sos nusos i malles.

Morfologia dels vasos limfàtics de l'endocardi. — Segons hem dit anteriorment, moltes vegades en practicar la injecció aconseguim tan sols que s'omplin uns fins conductets que tenen caràcters completament diferents de les trabècules que formen les xarxes de Purkinje.

En primer lloc, aquests vasos tenen un calibre sumament petit (unes deu vegades inferior al de les trabècules de Purkinje), s'entrecreuen formant malles allargades sumament fines i de tant en tant es veu que un vas de major calibre s'amaga dins del miocardi anant a parar segurament a algún dels grossos col·lectors de la xarxa subpericardíaca. Si examinem aquests petits vasos a petit augment (15-20 diàmetres) veurem que llur calibre és desigual, amb una quantitat considerable d'estrangulacions i eixamplaments, característics dels vasos limfàtics i que llur trajecte és sumament tortuós contràriament del que fan les xarxes de Purkinje, les quals encara que a vegades siguin incurvades mai presenten un trajecte tortuós ni flexuositats.

Examinant la marxa que segueix en aquests vasos la substància d'injecció veiem que camina per ells amb grant lentitud i que s'estén sempre a molt poca distància, contràriament del que succeeix en la injecció de les xarxes de Purkinje.

Comparant aquests limfàtics amb els del pericardi visceral es veu que encara que el calibre és gairebé igual, la disposició de les xarxes i dels col·lectors és sumament diferent. En efecte: les xarxes del pericardi visceral (molt fàcilment injectables), estan formades per una sèrie

de conductets paral·lels units entre si per travessers curts, de manera que les malles tenen un aspecte quadrangular força regular; del centre d'aquestes malles surt un col·lector que corre extensament buscant el canal aurículo-ventricular o interventricular seguint després d'un trajecte tortuós la mateixa distribució de la corrent venosa. per a desembocar en els troncs col·lectors principals. Aquests col·lectors presenten a simple vista aquelles dilatacions i estrenyements característics dels vasos limfàtics. Tots aquests col·lectors de la xarxa pericardíaca es distingeixen dels que hi pot haver en l'endocardi, per llur calibre considerable i per la seva extensió corrent per l'endocardi. Pel contrari en l'endocardi, els col·lectors es submergeixen en el miocardi per a desembocar en els col·lectors subpericàrdics, que són els únics que mereixen el nom de tals.

Caràcters diferencials entre els vasos limfàtics i les xarxes de Purkinje injectades. — Examinant en conjunt les diferències que presenten aquests elements tenim de fixar-nos en:

a) *Forma i direcció.* — Els vasos limfàtics són sempre irregulars amb dilatacions i extrangulacions, el contrari del que passa amb les trabècules de Purkinje, que són uniformes en tota llur extensió. La direcció dels primers és tortuosa i la de les segones és recta o lleugerament curvilínia.

b) *Calibre.* — El dels vasos limfàtics és exigü, mentre que el de les fibres de Purkinje arriba a tenir, a vegades, un mil·límetre.

c) *Disposició dels entrecreuaments.* — Els vasos limfàtics al nivell de llurs entrecreuaments s'uneixen amb gran claretat, sense sofrir eixamplaments, mentre que les trabècules de Purkinje en reunir-se s'eixamplen i donen lloc a les figures estrellades que ja s'han descrit.

d) *Marxa de la matèria de la injecció.* — En els vasos

limfàtics, la massa de injecció progressa amb la lentitud característica d'aquests vasos i sobre tot, s'estén a curta distància del lloc de la picadura, degut sens dubte a la comunicació que tenen aquests vasos amb la xarxa sub-pericardiàca.

En canvi, per la xarxa de Purkinje, corre amb gran rapidesa i, a vegades, amb una sola picadura, s'arriba a omplir gairebé tot el ventrícol i fins, encara que més rarament, es difon a les xarxes de l'altre ventrícol.

e) *Topografia.* — Els vasos limfàtics estàn com esculptats en la capa profunda de l'endocardi, pel qual motiu els veiem sempre per sobre de la xarxa de Purkinje. Demés aquestes trabècules no es disposen en un sol pla, sinó que se'n veuen algunes que queden cobertes per altres trabècules o columnes musculars.

Malgrat totes aquestes diferències, tenim la seguretat que la majoria dels autors que s'han ocupat dels limfàtics del cor, i que són precisament els citats en les obres clàssiques d'Anatomia, els han confós amb les xarxes de Purkinje injectades. En efecte: la descripció de Sappey (10) i la més moderna de Mouchet (11) sobre els limfàtics de l'endocardi de la vaca, el primer, i dels rumiants en general, el segon, és tan semblant a la descripció de les xarxes de Purkinje, que no hi ha pas dubte, com fa notar Agaard (5), que són una mateixa cosa.

Aquesta confusió no té res d'extraordinari si es té present que en aquella època no eren conegudes les relacions de les fibres de Purkinje amb el sistema atrio-ventricular, ni pogueren utilitzar aquest sistema com a punt de referència on confluïr i acabar les injeccions d'aquestes xarxes. Es clar que no tot allò que descrigueren aquests autors en l'endocardi no devien ésser pas fibres de Purkinje injectades, ja que trobaren limfàtics en llocs on mai hi ha fibres de Purkinje (vàlvules auriculo-ventriculars, orelletes, etc.)

i en animals que o no en tenen o les posseeixen molt poc visibles (gos, home).

Respecte a la disposició histològica de les fibres de Purkinje és coneguda d'antic i ja l'històleg francès Renaut (12) descriu en son tractat d'Histologia una baina conjuntiva formada per laminetes concèntriques que rodejen les fibres de Purkinje, encara que no s'ha comprovat l'existència de cap veritable baina epitelial, com succeeix en formacions anàlogues.

Respecte a les relacions d'aquesta coberta tan sols sabem que es continua amb la baina del fascicle de His, però desconeixem en absolut les relacions que pot tenir amb el sistema limfàtic, les quals ens donarien sens dubte la clau de llur significació i funcions probables.

De moment tan sols podem avençar que, com altres autors, no hem pogut comprovar una comunicació clara entre les fibres de Purkinje i els vasos limfàtics, ni tampoc hem pogut veure la existència del líquid que descriu Curran (13) en tota la baina del sistema d'excitació i conducció, el qual segons dit autor, jugaria gran paper en la transmissió dels processos infecciosos.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Tawara, *Das Reizleitungssystem des Saugertierherzens*. Jena, 1906.
- (2) Ebert und Belaieff, «Über die Lymgephässe des Herzens», *Virchows Arch.* Bd. 37, 1866.
- (3) Lhamon, «The sheat of the sino-ventricular bundle», *Amer. Jour. of Anatomy.* 1912, n.º 1, vol. XIII, p. 55-70.
- (4) Cohn, «Observations on injections specimens of the conduction in oxhearts», *Heart.* Vol. IV, n.º 3, 1913.
- (5) Aagard und Hall, «Über der injections des Reizleitungssystem und die Lymgephässe des Saugertierherzens», *Anat. Hefte.* 154.
- (6) Bartels, *Das Lymgephassystem*. Jena, 1908. Handbuch v. Bardeleben.
- (7) Gérota, *Bibliographie Anat.* 1907.
- (8) Purkinje.
- (9) Tawara, «Über die sogenannten abnormes Sehnen-fäden des Herzens», *Tieglers Beiträge.* Bd. 39, 1906.
- (10) Sappey, *Iconographie et description des vaisseaux lymphatiques chez l'homme et les vertebrés*. París, 1885.
- (11) Mouchet. «Les vaisseaux lymphatiques du cœur chez l'homme et quelques mamifères», *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.*
- (12) Renaut, *Traité d'Histologie.* París, 1893.
- (13) Curran, «A constant burse in relation with the bundle of His; with studies of auricular connections of the bundle», *Anat. Anz.* 35 Jarhg, 1910, p. 89.

Treball del Laboratori de l'Institut Antòmic del Dr. Stras-ser, Berna.

FIGURES

1. — Aspecte de l'interior del ventricle esquer amb la branca del mateix costat al descobert (cor de vedella).

2. — Aspecte de les xarxes de Purkinje injectades en el ventricle dret (cor de vedella).

3. — Pared ventricular al nivell de l'embà. A la part superior s'hi veu la branca dreta del feix de His.

4. — Aspecte del ventricle esquer amb les xarxes injectades (cor de vedella).

5 i 6. — (Microfotografia). Endocardi amb les xarxes de Purkinje injectades, vistes a petit augment. Noti's la presència d'algunes fibres musculars amb nuclis ben visibles.

7. — (Microfotografia). Endocardi amb els vasos limfàtics injectats, vistos amb el mateix augment que les dugues anteriors. Noti's la presència d'un vas de tamany més gròs que actua de col·lector.

8. — (Microfotografia). Endocardi amb una espessa xarxa de limfàtics injectats.