

Sunao Tawara (1873-1952)

Sunao Tawara (1873-1952)

Prof. Dr. Fazekas Tamás, CSc/PhD, DSc

Szegedi Tudományegyetem, Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Általános Orvostudományi Kar, I. Belgyógyászati
Klinika

fazekas.tamas@med.u-szeged.hu

Bence Fazekas, MSc

Queen Margaret University, Musselburgh/Edinburgh, Egyesült Királyság, Skócia

fazekb@gmail.com

Initially submitted Febr 1, 2022; accepted for publication March 1, 2022

Abstract

The authors present biographical and scientific data from publications of Sunao Tawara (1873-1952) and Ludwig Aschoff (1866-1942) related to the discovery of the cardiac conduction system. Tawara's historic monograph, *The Conduction System of the Mammalian Heart*, was published in German (1906). His precise anatomic/histologic findings and drawings verified that the 'treelike' structure of specific muscle fibers comprising the atrioventricular (Aschoff-Tawara) node, His bundle, bundle (Tawara) branches and Purkinje fibers serv as a continuous anatomic and electrical pathway/axis for depolarizing the ventricles. Due to his discoveries, Tawara provided Willem Einthoven (1860-1927) and others with the theoretical and morphological basis for the interpretation of the ECG, which facilitated the fast spread of electrocardiography.

kulcsszavak

Karl Albert Ludwig Aschoff (1866-1942), Sunao Tawara (1873-1952), Aschoff-Tawara (atrioventricularis; auriculonodalis) junkció/csomó, Tawara-köteggágak

keywords

Karl Albert Ludwig Aschoff (1866-1942), Sunao Tawara (1873-1952), Aschoff-Tawara (atrioventricular; auriculo-nodal) junction/node, Tawara bundle branches

Japán a Meiji-korszak idején (1868-1912) Mucuchito császár vezetésével felszámolta elszigetelődési ("izolacionista") külpolitikáját és "nyugati típusú" modernizációba kezdett (7). Az európai kultúra, természet- és szellemtudományok iránti orientáció magától értődően új lendületet adott a japán-porosznémet kapcsolatoknak is. A 19. században a természettani és orvosbiológiai kutatás kontinentális fellegrárai a porosz/német egyetemek voltak, következésképp, sok fiatal japán kutató jött rövidebb-hosszabb tanulmányútra Európába, elsősorban porosz/német egyetemekre. Ezek közé tartozott *Sunao Tawara* (1873-1952) is, aki orvosi tanulmányait a tokiói egyetemen végezte (1, 34, 45). Orvostudományi diplomát 1901-ben kapott. Egy évig bel- és bőrgyógyászatot tanult Japánban. Ez a munka azonban nem elégítette ki az ambíciózus fiatalembert. Sikerült meggyőzni édesanyja orvos nagybátyját, Shunto Tawarát (aki 15 éves korában adoptálta és taníttatta Sunaot)), hogy tokiói tanulmányainak befejezése után finanszírozza poroszországi továbbképzését (8).

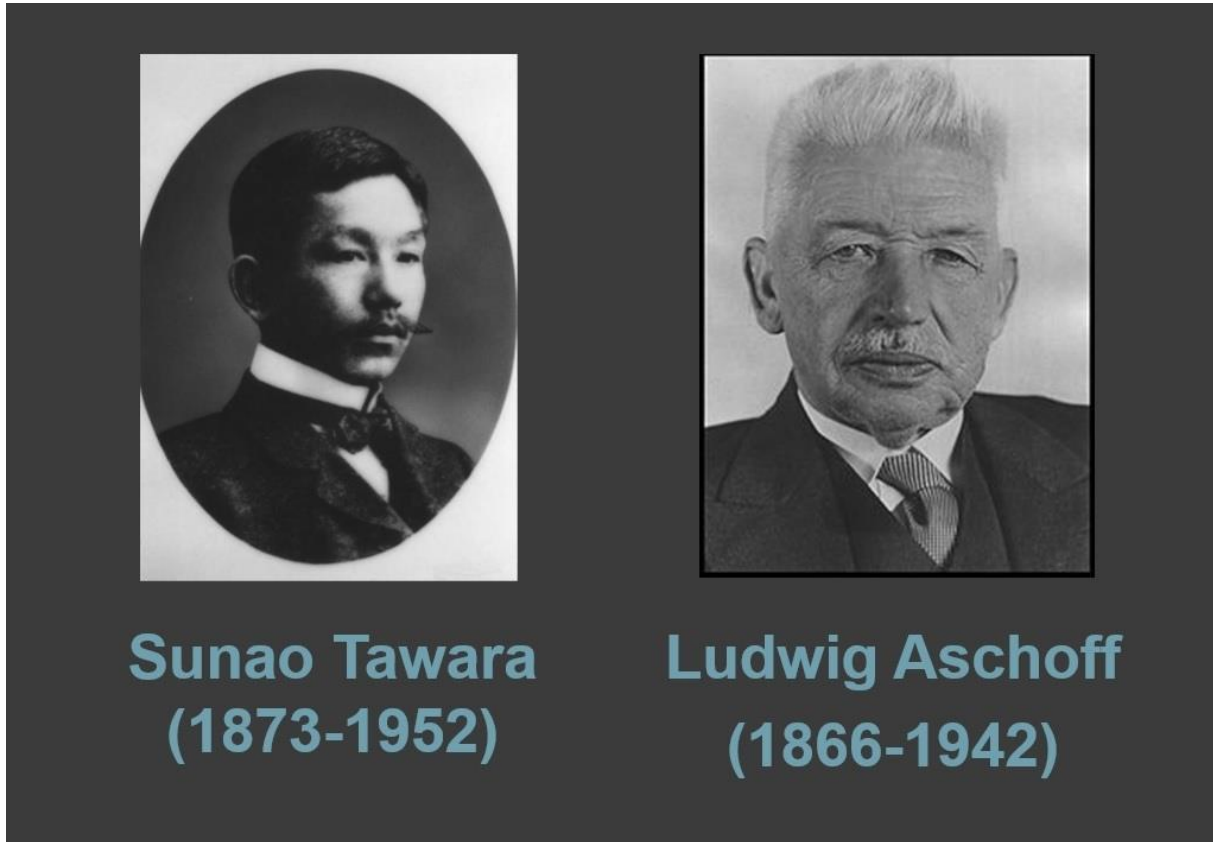
<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Prof.dr. Fazekas Tamás, Fazekas Bence

Egy honfitársa, Dr Keisaku Kokubo hívta fel Tawara figyelmét, hogy a marburgi egyetem élettani/anatómiai/patológiai intézetét a világhírű *Karl Albert Ludwig Aschoff* (1866-1942) vezeti (7,18). Akkortájt Aschoff és *Rudolf Virchow* (1821-1902) a porosz-német biomedicinális/kórtani kutatás elsőrendű, briliáns intézetigazgató professzorai voltak (24, 25).

A témavezető tanítómester, Ludwig Aschoff

Aschoff 1866. január 10-én született Berlinben. Orvostudományi diplomáját 1890-ben kapta Bonnban. Tanulmányainak befejezése után, az akkori szokásoknak megfelelően, több egyetemen (Strasburg, Göttingen, Würzburg, Berlin, Bonn) megfordult, s olyan remek tanítómesterei voltak, mint az anatómus Wilhelm von Waldeyer-Hartz (1836-1921), a belgyógyász Adolf Kussmaul (1822-1902) és a patológus Friedrich von Recklinghausen (1833-1910) (18). Tíz évet Göttingenben dolgozott, ott habilitált (1894) és 1901-ben a patológia professzorává nevezték ki. 1903-ban meghívták a nagy múltú, I Fülöp von Hessen (1504-1567) tartománygróf által 1527-ben alapított marburgi protestáns egyetem anatómiai-kórbonctani tanszékének élére (7, 8, 18). Aschoff mindössze három évet töltött Marburgban (ekkor dolgozott Tawara mentoraként): önéletrajzában ezeket az éveket élete tudományos eredményekben leggazdagabb időszakának nevezte. Aschoff marburgi tanszékvezetői periódusának kezdetén a szívelégtelenséget okozó rheumás myocarditis kórszövettani jeleinek kimutatásával bízta meg a fiatal japán vendégkutatót (*L. ábra*). Ekközben sikerült fölfedezniük (1904) az akkortájt gyakori és nemritkán fatális rheumás lázban elhunytak myo- és pericardiumában (az elsősorban perivascularisan) elhelyezkedő és föllelhető ún. “Aschoff-testeket/csomókat/nodusukat” (2,3).



Sunao Tawara
(1873-1952)

Ludwig Aschoff
(1866-1942)

1. ábra Sunao Tawara és Ludwig Aschoff

1906-ban Aschoff elment Marburgból és a freiburgi egyetem patológus professzora lett. Az első világháború után (1924-ben) amerikai körútra hívták: előadást tartott New-Yorkban, Chicagóban, Los Angeles-ben, San Francisco-ban és több egyetemi városban. Prezentációiban támogatta az akkor még újszerűnek tekinthető hipotézist, amely fontos szerepet tulajdonított a lipid-anyagszervezetnek az érlelmeszedés kialakulásában (18). *In parenthesis*, Aschoff 1924-ben leírta a baktériumokat és sejtidegen particulumokat bekebelezni képes falósejteket (phagocytákat) és azok testszerte föllelhető összességét, az ún. Reticulo-Endoteliális Szisztémát = RES-t.

Virchow-val karöltve jelentős szerepet vállalt az akkortájt domináns ún. “celluláris patológia” elméletének kidolgozásában és a thrombogenesis patomechanizmusának feltárásában. Aschoff egyik prominens amerikai tanítványa, F Tremaine “Josh” Billings (1912-2007) a porosz/német professzort “az utolsó nagy ausztró-germán anatómusnak/patológusnak” titulálta. Aschoff életének hátralévő részét Freiburg im Bressgauban töltötte. Asthma bronchialéban szenvedett, 1936-ban nyugállományba vonult és 1942. június 24-én elhunyt (18).

Sunao Tawara, az anatómiailag megszakítatlan atrioventricularis ingerületvezető rendszer/tengely felfedezője

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Prof.dr. Fazekas Tamás, Fazekas Bence

Sunao Tawara Aki nevű faluban, 1873. július 5-én, a legdélebbi japán sziget, *Kyushu* Oita prefektúrájában született (1, 8, 24, 25, 34). 1903 Húsvétja körül jött Európába és rövid berlini munkavégzés után a marburgi egyetem Aschoff vezette anatómiai/patológiai intézetében lett vendégkutató (26)..

Aschoff vendégszerető, barátságos ember volt, aki gyakorta vendégül látta az általa vezetett intézet munkatársait, köztük japán vendégtanítványát, Tawarát (7, 8). Intézetigazgatóként viszont rendkívül szigorú, igényes, “porosz” főnök volt, az általa kijelölt munkát kérlelhetetlenül megkövetelte. Tawara egyik írásában Aschoff-ot “an extraordinarily teacher”-nek (“Doktorvater”) nevezte. A japán aspiráns csendes, visszafogott, ritkán megszólaló, szorongó, önmagával és saját kutatási eredményeivel folyton-folyvást elégedetlen fiatalember volt (7, 11). Akkortájt éppen csak két japán kollégája dolgozott Marburgban, azokkal is ritkán találkozott, így aztán magányosnak érezte magát (ez főnökének és édesapjának írt, később fiától közzétett leveleiből kiderül; 7). Ráadásul, éppen Marburgba való érkezése után halt meg édesanyja. A viszonylag rövidre szabott három év alatt csupán két [munkahelyéhez/a patológiai intézethez; (2. ábra) közeli] bérlemben lakott, s mindössze egy alkalommal utazott Berlinbe (1905 novemberében).

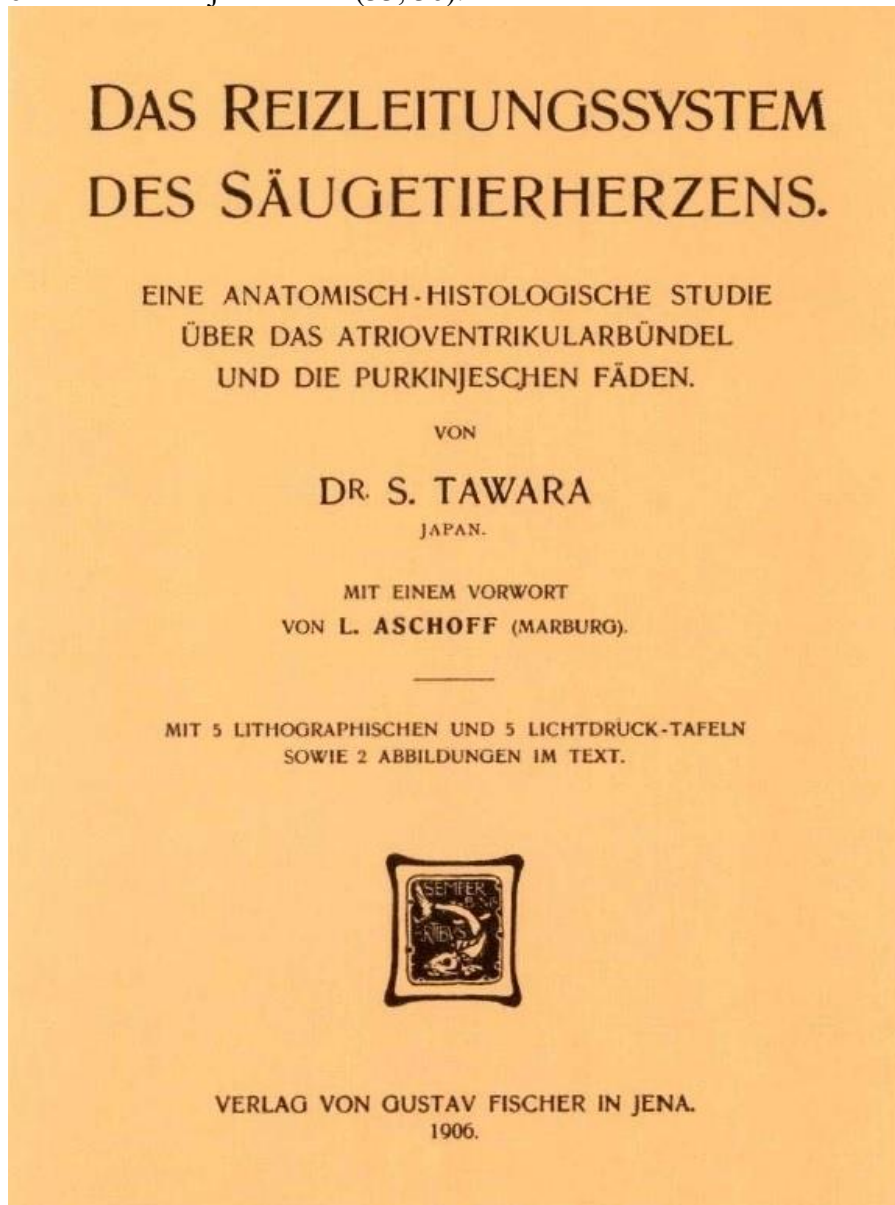


2. ábra A marburgi anatómiai/patológiai intézet, Tawara munkahelye (1910)

Ösztöndíjas éveit csaknem teljes egészében a fékezhetetlenül szorgos és rendkívül eredményes experimentális kutatómunka töltötte ki. Tawara boncolásai során észrevette, hogy az AV-junkcióból kiinduló, anulus fibrosust átfúró His-nyaláb, az abból kétfelé (a bal és a jobb kamra irányába lefutó) kötegágak, valamint a szívkamrák endo(myo)cardiális felszínén hálózatszerűen szétágazó Purkinje-rostok *morfológiai/anatómiai kontinuumot* képeznek, Ő volt az, aki nem csupán a specifikus intraventricularis ingerületvezető rendszer/tengely komponenseit írta le, hanem szövettanilag dokumentálta a morfológiailag változékony His-Tawara-Purkinje rendszer folytonosságát, egybefüggőségét (5, 12, 14, 15, 20-22, 26, 28, 31, 33, 36).

Tawara és témavezetője természetesen rögvést felismerte a japán doktorandusz anatómiai és szövettani megfigyeléseinek jelentőségét és 1905-ben mindketten publikálták e vizsgálatok eredményeit a *Zentralblatt für Physiologie*-ben (4, 35). Aschoff természetesen kiemelte tanítványának lankadatlan szorgalmát, kiválóságát és koherens kutatási eredményeinek elsőbbségét (4).

1906-ban jelent meg Jénában Sunao Tawara monumentális, korszaknyitó monográfiája (*Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens. Eine anatomisch-histologische Studie über das Atrioventrikularbündel und die Purkinjeschen Fäden*), amely utat nyitott az elektrokardiológia és elektrofiziológia 20-21. századi fejlődésének (33, 36).



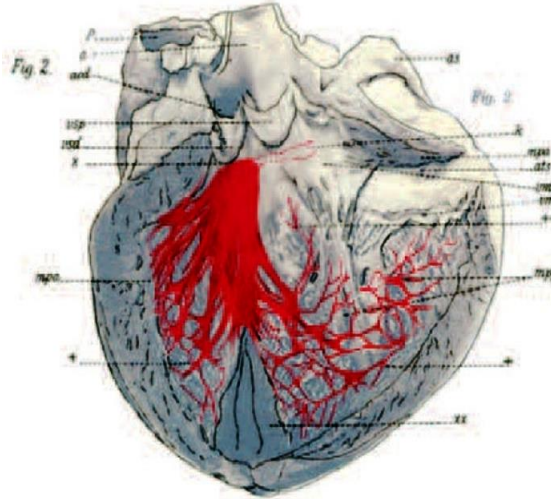
3. ábra Sunao Tawara monográfiájának (1906) címoldala

Helyénvaló említeni, hogy Tawara kezdetben képtelen volt megtalálni (macska- és kutyaszívben) a jobb pitvar alján, az interauricularis septalis régióban elhelyezkedő (akkor még “kompaktnak” vélt) atrioventricularis/AV (Aschoff-Tawara) csomót (10). A “kompakt” humán AV-csomó oldalnézetben és keresztmetszetben egyaránt ovális alakú, 5-7 mm hosszú, 2-5 mm széles és 0,8 mm vastag képlet (“Knötchen”), amely az ún. Koch-háromszög

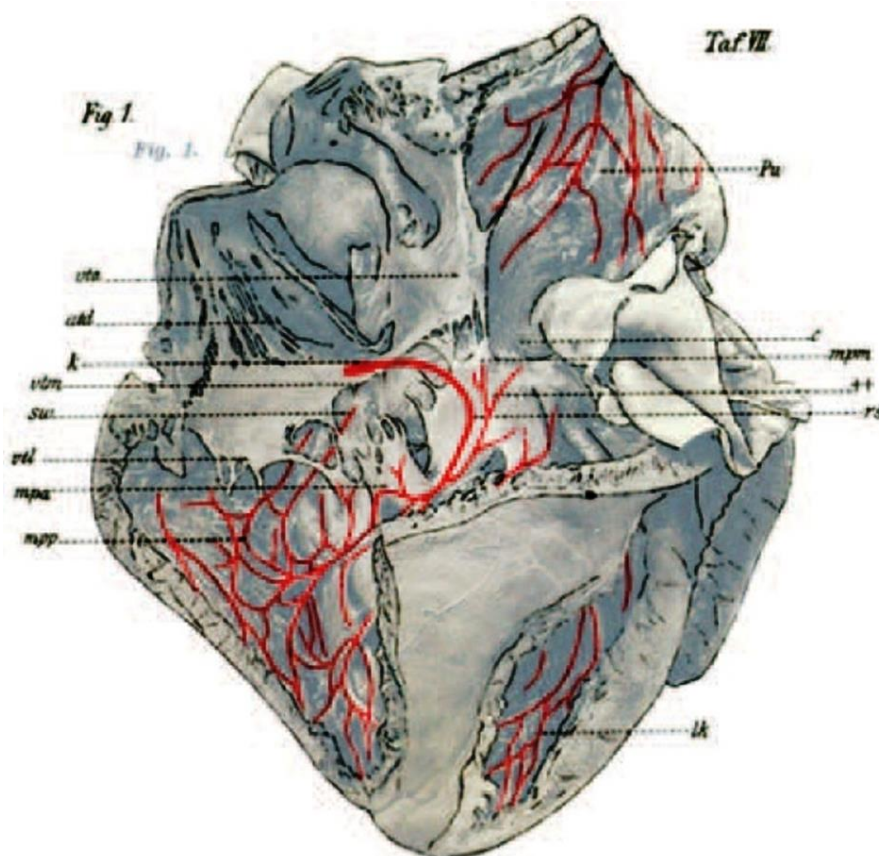
“csúcában”, a sinus coronarius szájadék előtt helyezkedik el (5, 6, 44). Minden bizonnyal nem kegyeletsértő, ha megjegyezzük, hogy az anatómiai struktúrák preparálásában nem túlságosan jártas, pályafutását klinikusként kezdő Tawara nehezen találta meg a nagy gyakorlattal bíró anatómusoktól viszonylag könnyen boncolható AV-csomót (6, 44). Az AV-csomó jobb oldalról könnyebben megközelíthető, mivel a jobb pitvar endocardiumától csupán vékony (0,5-0,8 mm vastag) izomréteg választja el. A ma már rutinszerű beavatkozásnak tekinthető transzkatóéteres rádióhullámú AV-csomó-abláció helye a Koch-háromszög (17, 31). Erre a beavatkozásra gyakran jelentkező, szimptomás adonozin/verapamil/Mg-érzékeny AV-nodalis reentry-tachycardiában (AVNRT) lehet szükség (17, 23). A fiziológiás elektromos ingerületvezető rendszer interspecies változékonyságát sokatmondóan szemlélteti, hogy e g a bal Tawara-szár katéteres rádióhullámú ablációja kutyában egyszerűen (képalkotó eljárás nélkül), a non-coronariás aorta-cuspisba helyezett és az innen felkeresett bal Tawaraszár-potenciálra leadott katéteres “égetéssel” könnyen kivitelezhető (16). A később Aschoff-ról és Tawaráról elnevezett atrioventricularis (AV) csomó duális elektrofiziológiai (kettőspálya) szerkezetével (extra-/perinodalis lassan és intranodalis gyorsan vezető elektromos ösvényeivel), elektropatológiai/aritmológiai, szövet- és sejttani tulajdonságaival ezen orvostörténeti dolgozatban nem foglalkozunk. Az AV-csomóban az elektromos impulzus tovaterjedési sebessége normális körülmények között is kicsi/lassú és a pitvar-kamrai ingerületvezetési zavarok (AV-blokkok) a gyakori kórképek közé tartoznak (38, 43). Az AV-blokkok orvostörténeti vonatkozásainak részletes összefoglalása, a korlátozott terjedelem miatt, csupán önálló dolgozatban volna lehetséges – e helyütt csak a különböző AV-blokk-típusokat *elsőként* leíró szerzők dolgozatait idézzük [Luigi Luciani (1840-1919), Karl Frederik Wenckebach (1868-1940), John Hay (1873-1959), Waldemar Mobitz (1889-19519)] (24, 27, 32, 39-42),

Köztudott, hogy az emberi szív pitvarait és kamráit, egymástól *hermetikusan* (anatómiailag és elektromosan), a kötőszöveti rostokból álló (néha porcos és/vagy csontos metaplasziával tarkított) anulus fibrosus (központi rostos test/gyűrű, *central fibrous body*, cardiac skeleton) választja el. A pitvarokat és kamrákat fiziológiás körülmények között mindössze az anulus fibrosust átfűrő His-nyaláb köti össze (14, 31). A His-köteg haránt metszetben szabad szemmel is jól látható, preparálható, 5-10 mm hosszú, 2-4 mm széles, 1-2 mm vastag, hosszúkás képlet, amelynek elektromos potenciálja elektródkatéterrel nehézség nélkül lokalizálható, regisztrálható, ingerelhető és könnyen “ablálható” (31). Jelen dolgozat első szerzőjének abban a különleges szerencsében volt része, hogy oklahomai ösztöndíjas periódusának első heteiben a His-köteg regisztrálás egyszerű, gyors transzkatóéteres technikáját kifejlesztő és azt 1969-ben publikáló *Benjamin J Scherlag* (1932-) közvetlen manuális irányításával, útmutatásai alapján sajátíthatta el (31). Az AV-csomó caudalis (N-H=nodalis-His) régiójából kiinduló His-nyalábnak két szakasza van: a penetráló és a bifurkáló szakasz (14, 44) A penetráló szakasz a tricuspidalis billentyű tapadási vonalában hatol keresztül a trigonum fibrosuson és ráfekszik a az interventricularis sővény izomgerincére. Itt kezdődik a nyaláb második, bifurkáló (jobb és bal Tawara-szárra kettéágazó) szakasza. A bal Tawara-szár az aorta nem coronaria-szájadékos billentyűje alatt, kb. 1 cm hosszú egységes szakasz után, 5-10 mm széles, lapos köteggé válik, a kamrai septum felső harmadában legyezőszerűen szétterül, majd három fasciculusra oszlik: a vékonyabb, sebezhetőbb bal elülső (*anterior/superior*) köteg az elülső papillaris izmot és a bal kamra anterolateralis falát, a vastosabb, kevésbé sérülékeny *posterior/inferior* köteg a hátsó papillaris izmot és a posteroinferior kamrafalat aktiválja/depolarizálja. A bal Tawara-szár harmadik septalis fasciculusa az interventricularis sővénybe fűrődik. A bal Tawara-szár rostcsoportjai sok helyen hálózatot képezve, kapcsolatban állnak egymással (4. és 5. ábra; Tawara eredeti rajzai 1906-i monográfiájából). Tawara és az élenjáró szívanatómusok az intraventricularis ingerületvezető szisztémát a specifikus izomrostok szerteágazó hálózatoként mutatják be (5, 6 11, 44), a *Mauricio Rosenbaum* (1921-2003) által leírt,

didaktikus és használható “trifascicularis hemiblock-koncepció” (30) morfológiai szempontból túlzottan leegyszerűsítettnek látszik (44).



4. ábra A megnyitott bal kamra endocardiális felszínén (piros színnel) látható a His-bal Tawara-szár-Purkinje rendszer



5. ábra A megnyitott jobb kamra endocardiális felszínén elhelyezkedő jobb Tawara-szár-Purkinje rosthálózat

A jobb Tawara-szár kezdetben a kamrai septum izomzatába fúródik, majd ismét subendocardialissá válik, szabad szemmel is láthatóan, “csillagszerűen” szétágazódik (5. ábra) és vékony “álínhúrok” formájában ráfut a jobb kamra septalis és parietalis izomgerendáira. Az ingerület (depolarizáció) mindkét kamrafalban az endocardiális Purkinje-network felől terjed a midmyocardium-, majd az subepicardialis szívizomréteg felé.

Összegésképpen megállapíthatjuk, hogy Tawarának sikerült megtalálni az AV ingerületvezető tengely valamennyi komponensét (az AV-csomót, a His-köteget és a később róla elnevezett infrahis intraventricularis kötegeket). Hitelt adott Retzer, Braeuning és Humblet 1904-ben publikált dolgozatainak, akiknek sikerült különböző gerinces állatok szívében pitvar-kamrai összeköttetés(ek)e (“Verbindungen”) kimutatni, az említett szerzők azonban nem ismerték fel az AV-junkció és az infrahis/intraventricularis ingerületvezető szisztéma morfológiai és elektrofiziológiai folytonosságát. (9, 19, 29). Tawara, Aschoff tanácsára, vizsgálatait birkaszíven folytatta. Köztudott, hogy a patás/kérődző állatok specifikus ingerületvezető rendszerének nyalábjai jóval vastagabbak és könnyebben preparálhatóak. Tawara már az első birka (No. 155) boncolásakor megpillantotta a His-köteg caudalis végéből induló szívizom-nyalábokat, amelyek az elektromos impulzust a bal és a jobb kamrai Purkinje-rosthálózatokhoz vezetik. Észrevette, hogy a bal kamra irányába haladó köteggel jóval vastagabb (mint a jobb oldali), s cca. 1 cm hosszú folytonos szakasz után legyezőszerűen (4. ábra) több köteggé oszlik. Különös, hogy Tawara

csodálatra méltó, az atrio- és intraventricularis ingerületvezető rendszer kontinuitását (*atrioventricular electrical axis*; 5, 33) elsőként bizonyító német monográfiája csak évtizedekkel később (2000) jelent meg angolul *Suma és Shimada* jóvoltából (Imperial College Press, London; 37). Az 1906-ban még csak 33 éves, különben minden tekintetben szerény és félszeg japán kutató felismerve vizsgálati eredményeinek kolosszális jelentőségét, öntudatosan leszögezte: *“I intend, for the first time in medical history, to propose an integral and consistent explanation concerning the atrioventricular bundle and the Purkinje fibers”* (1). Aschoff egyik 1906 áprilisában dátumozott magánlevelében így írt tanítványáról: *“Es steckt ja wirklich sehr viel Fleisch des Japaners darin”* (8).

Tawara 1906 júliusában hagyta el Marburgot. Levélben is megköszönte főnökének a távozása alkalmából szervezett búcsúünnepséget. Hazaérkezése után a fukuókai orvosegyetem címzetes egyetemi tanára lett. 1911-ben kinevezték a patológiai intézet rendes igazgató professzorává, ekkortól idejének túlnyomó részét a medikusoktatásnak szentelte (6. ábra).



6. ábra Sunao Tawara Poroszországból való hazatérése után Fukuokán egyetemi tantermi előadást tart

1931-1933 között a Kyushu Egyetem orvosi fakultásának dékánja volt, kétszer választották meg a Japán Patológiai Társaság elnökévé. 1933-ban emeritált. Magán- és családi életéről alig tudunk valamit. 1906 után már nem alkotott (marburgi kutatási eredményeihez hasonlítható) maradandót. 1952. január 19-én Fukuokában halt meg időskori demenciában (7. ábra; 7).



7. ábra Sunao Tawara síremléke Fukuókában

IRODALOM

1. AKIYAMA T. *Sunao Tawara: discoverer of the atrioventricular conduction system of the heart*. *Cardiol J* 2010; 17: 428-433.
2. ASCHOFF L. *Zur Myocarditisfrage*. *Verhandl Dtsch Path Gesellschaft*, 1904; 8: 46-53.
3. ASCHOFF L. *The rheumatic nodules in the heart*. *Ann Rheum Dis* 1939; 1 (3 July): 161-166.
<https://doi.org/10.1136/ard.1.3.161>
4. ASCHOFF L. *Bericht über die Untersuchungen des Herrn Dr. Tawara, die „Brückenfasern“ betreffend, und Demonstration der zugehörigen mikroskopischen Präparate*. *Zentralblatt Physiol* 1905; 19: 298-301.
5. ANDERSON RH, MORI S, SPICER DE, SANCHEZ-QUINTANA D, JENSEN B. *The anatomy, development, and evolution of the atrioventricular conduction axis*. *J Cardiovasc Dev Dis* 2018; 5: 44-61.
<https://doi.org/10.3390/jcdd5030044>
6. ANDERSON RH, YANNIJ, BOYETT MR, CHANDLER NJ, DOBRZYNSKI H.. *The anatomy of the cardiac conduction system*. *Clin Anat* 2009; 22:99-113. <https://doi.org/10.1002/ca.20700>
7. AUMÜLLER G. *Die Zusammenarbeit von Sunao Tawara und Ludwig Aschoff in Marburg bei der Erforschung des Erregungsleitungsystems des Herzens*. Akamedon Verlag Pfaffenhofen, 2010; 188-196.
8. AUMÜLLER G. *Die Entdeckung des AV-Knotens des Herzens durch Sunao Tawara und Ludwig Aschoff*. *Dtsch Med Wochenschr* 2019; 144: 1771-1777. <https://doi.org/10.1055/a-0819-7328>

<http://www.kaleidoscopehistory.hu>

Prof.dr. Fazekas Tamás, Fazekas Bence

9. BRAEUNING K. *Über muskulöse Verbindungen zwischen Vorkammer und Kammer bei verschiedenen Wirbeltierenherzen.* Arch Anat Physiol, Anat Abth, 1904; Suppl Bd; 1-14.
10. COHN AE. *On the auriculo-nodal junction.* Heart 1909; 1 (2; issued Nov 1): 167-176.
11. DE ALMEIDA MC, SANCHEZ-QUINTANA D, ANDERSON RH. *Sunao Tawara: further musings on his tribulations in providing the basis for the modern-day understanding of cardiac electrophysiology.* Anat Sci Internat 2020; 95: 381386. <https://doi.org/10.1007/s12565-020-00530-6>
12. EHRLICH W. *The discovery of the cardiac conduction system. The testimony of the authors.* Jap Circ J 1993; 57: 1-10. <https://doi.org/10.1253/jcj.57.1>
13. FAZEKAS T, FAZEKAS B. *A szív fiziológiás, ritmosos működését biztosító (sino-atrialis; Keith-Flack) csomó felfedezése.* Kaleidoscope 2020; 10: 52-67. <https://doi.org/10.17107/KH.2020.20.52-67>
14. FAZEKAS T, FAZEKAS B. *Wilhelm His Jr (1863-1934), a szív pitvarait és kamráit összekötő anatómiai nyaláb (atrioventricularis /His-köteg) felfedezője és a találmány fejlődéstörténete.* Kaleidoscope 2019; 10: 1-17. <https://doi.org/10.17107/KH.2019.19.1-17>
15. FAZEKAS T, FAZEKAS B. *Jan Evangelista Purkinje (1797-1869).* Kaleidoscope 2021; 11: 81-96. <https://doi.org/10.17107/KH.2021.22.81-95>
16. FAZEKAS T, MABO Ph, HIRAO K, SCHERLAG BJ, LAZZARA R. *Transzkatóéteres rádióhullámú bal Tawara-szár abláció.* Cardiol Hung 1995; 24: 29-32.
17. FAZEKAS T, SZABÓ ST, SCHOEN WJ, JACKMAN WM, SCHERLAG BJ. *AV-nodalis reentry tachycardia gyógyítása transzkatóéteres rádiófrekvenciás ablációval.* Orv Hetil 1994; 135:1853-1857.
18. FYE WB. *Ludwig Aschoff.* Clin Cardiol 1999; 22: 545-546. <https://doi.org/10.1002/clc.4960220812>
19. HUMBLET M. *Le faisceau inter-auriculo-ventriculaire constitue le lien physiologique entre les oreillettes et les ventricles du coeur du chien.* Arch Int Physiol 1904; 278-285.
20. ISSA ZF, MILLER JM, ZIPES DP. *Clinical arrhythmology and electrophysiology. A companion to Braunwald's heart disease.* Elsevier/Saunders, Philadelphia, 2. kiadás, 2012; pp 1-726. *Atrioventricular conduction abnormalities.* 2012; 175-193. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-1274-8.00009-9>
21. ISSA ZF, MILLER JM, ZIPES DP. *Clinical arrhythmology and electrophysiology. A companion to Braunwald's heart disease.* Elsevier/Saunders, Philadelphia, 2. kiadás, *Intraventricular conduction abnormalities.* 2012; 194-211. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-1274-8.00010-5>
22. JOSEPHSON ME. *Clinical cardiac electrophysiology. Techniques and interpretations.* Lea & Febiger, Philadelphia/London, 1993; 2. kiadás, 1-839.
23. LENGYEL CS, FAZEKAS T. *Atrioventricularis csomót érintő supraventricularis reentry-tachycardia megszüntetése adenzinnal.* Magy Belorv Arch 1994; 47: 125-128.
24. LÜDERITZ B. *History of the disorders of cardiac rhythm.* Futura Armonk Co, Armonk, New York., 3. kiadás, 2022; 1-277.
25. LÜDERITZ B. *Profiles in cardiac pacing and electrophysiology.* Blackwell/Futura, Massachusetts/Oxford/Carlton. 2005; 1-227. <https://doi.org/10.1002/9780470994917>
26. LÜDERITZ B. *Historical perspectives of cardiac electrophysiology.* Hellenic J Cardiol 2009; 50: 3-16.
27. MOBITZ W. *Über die unvollständige Störung der Erregungsüberleitung zwischen Vorhof und Kammer des menschlichen Herzens.* Z ges Exp Med 1924; 41: 180-237. <https://doi.org/10.1007/BF02758773>
28. ONO N, YAMAGUCHI T, ISHIKAWA H, ARAKAWA M, TAKAHASHI N, SAIKAWA T, SHIMADA T. *Morphological varieties of the Purkinje fiber network in mammalian heart, as revealed by light and electron microscopy.* Arch Histol Cyt 2009; 72: 139-149. <https://doi.org/10.1679/aohc.72.139>

29. RETZER R. *Ueber die muskulöse Verbindung zwischen Vorhof und Ventrikel des Säugetierherzens.* Arch Anat Physiol, Anat Abth 1904; 1-18.
30. ROSENBAUM MB, ELIZARI MV, LAZZARI JO. Los hemibloqueos. Paidós, Buenos Aires, 1967.
31. SCHERLAG BJ, FAZEKAS T, PATTERSON E, JACKMAN WM, LAZZARA R. *Development of cardiac electrophysiology in the twentieth century.* Cardiol Hung 1994; 23: 15-21.
32. SILVERMAN ME, UPSHAW CB, LANGE HW. *Waldemar Mobitz and His 1924 classification of second-degree atrioventricular block.* Circulation 2004; 110: 1162-1167.
<https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000140669.35049.34>
33. SILVERMAN ME, GROVE D, UPSHAW CB. *Why does the heart beat? The discovery of the electrical system of the heart.* Circulation 2006; 113: 2775-2781.
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.616771>
34. SUMA K. *Sunao Tawara: a father of modern cardiology.* Pacing Clin Electrophysiol 2001; 24: 88-96.
<https://doi.org/10.1046/j.1460-9592.2001.00088.x>
35. TAWARA S. *Die Topographie und Histologie der Brückfasern. Ein Beitrag zur Lehre von der Bedeutung der Purkinjeschen Fäden.* Zentralblatt Physiol 1905; 19:70-77.
36. TAWARA S. *Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens. Eine anatomisch-histologische Studie über das Atrioventricularbündel und die Purkinjeschen Fäden.* Verlag von Gustav Fischer, Jena, 1906.
37. TAWARA S. *The conduction system of the mammalian heart.* Angolra fordította Suma K és Shimada M, az előszót Anderson RH írta. Imperial College Press, London, 2000.
38. TOMCSÁNYI J. *EKG diagnosztika könnyedén.* Tordas és társa, 2020; Budapest/Pécs, 7-120.
39. UPSHAW CB, SILVERMAN ME. *The Wenkebach phenomenon: a salute and comment on the centennial of its original description* Ann Intern Med 1999; 130: 58-63. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-130-1-199901050-00011>
40. UPSHAW CB, SILVERMAN ME. *Luigi Luciani and the earliest graphic demonstration of Wenkebach periodicity.* Circulation 2000; 102:2662-2668. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.101.22.2662>
41. UPSHAW CB, SILVERMAN ME. *John Hay: discovery of type II atrioventricular block.* Clin Cardiol 2000; 23: 869-871. <https://doi.org/10.1002/clc.4960231118>
42. UPSHAW CB, SILVERMAN ME. *Alfred Lewis Galabin and the first human documentation of atrioventricular block.* Am J Cardiol 2001; 88:547-550. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(01\)01736-2](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(01)01736-2)
43. VERESS G, POLGÁR P. *Pitvar-kamrai és intraventricularis ingerületvezetési zavarok.* In: Klinikai szív-elektrofiziológia és aritmológia (szerk Fazekas T, Merkely B, Papp Gy, Tenczer J, pp 1-1120), Akadémiai Kiadó, Budapest, 2. átdolgozott kiadás, 2009; 307-320.
44. VIRÁGH SZ. *A szív ingerületképző és -vezető rendszerének strukturális és funkcionális összefüggései.* In: Klinikai szív-elektrofiziológia és aritmológia (szerk Fazekas T, Papp Gy, Tenczer J, pp 1-674), Akadémiai Kiadó, Budapest, 1. kiadás, 1999; 1-20.
45. VON KNORRE GH. *100 Jahre „Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens“ von Sunao Tawara.* Herzschr Elektrophys 2006; 17: 140-145. <https://doi.org/10.1007/s00399-006-0525-x>