

STO GODINA KLINIČKE ELEKTROKARDIOGRAFIJE

ONE HUNDRED YEARS OF CLINICAL ELECTROCARDIOGRAPHY

MIJO BERGOVEC*

Deskriptori: Elektrokardiografija – povijest

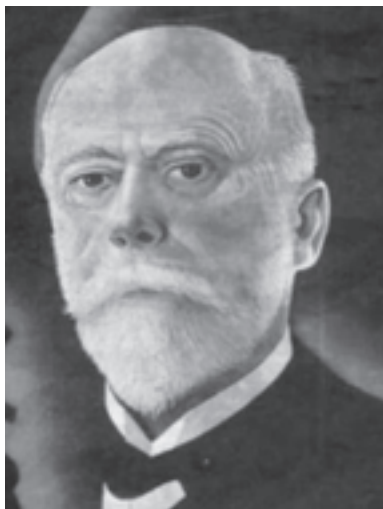
Sažetak. Godine 1903. Willem Einthoven u Pflügerovu arhivu objavio je prvi opširniji izvještaj o ispitivanju ljudskog elektrokardiograma s pomoću žičanoga galvanometra. Mnogi povjesničari medicine, a i sam Einthoven, smatrali su da je ta 1903. godina početak kliničke elektrokardiografije. U stvaranju i razvoju elektrokardiograma sudjelovali su mnogi istraživači raznih struka, kao što su bili: Galvani, Manteucci, Kölliker, Müller, Lipmann, Waller, Ader, Einthoven, Lewis, Wilson i drugi. Od tada elektrokardiogram je ubrzo postao i ostao do današnjih dana temeljna dijagnostička laboratorijska pretraga u ispitivanjima bolesti srca. Cilj ovog rada je opisati početke stvaranja ove kardiološke discipline u povodu njezine stogodišnjice.

Descriptors: Electrocardiography – history

Summary. In 1903 Willem Einthoven published in Pflügers Arch his classic article on the investigation of human electrocardiogram by his string galvanometer. Many historians of medicine, Einthoven also marked that publication as the beginning of clinical electrocardiography. Many investigators like Galvani, Manteucci, Kölliker, Müller, Lipmann, Waller, Ader, Einthoven, Lewis, Wilson and others participated in creation and development of electrocardiogram. From that time electrocardiogram quickly became, and has remained the most essential diagnostic laboratory tool in investigation of heart diseases. The aim of this article is to remind us of the beginning of this part of cardiology 100 years ago.

Liječ Vjesn 2003;125:329–333

Prije sto godina, 1903. godine, u Pflügerovu arhivu *Willem Einthoven*, (slika 1.) po nalogu Međunarodnog odbora za unifikaciju metoda u fiziologiji predstavio je galvanometrijsko ispitivanje ljudskog elektrokardiograma i ustvrdio da bi »izučavanje krivulje električne aktivnosti koju izaziva srce moglo za-



Slika – Figure 1. *Willem Einthoven*

dobiti opći interes«. ¹ Bila je to prva, opširna publikacija registriranja električne aktivnosti srca žičanim galvanometrom u ljudi. Sam Einthoven, a kasnije i mnogi povjesničari medicine, ^{2,3} smatrali su da je ta 1903. godina početak ere kliničke elektrokardiografije.

Elektrokardiogram kao laboratorijsku metodu od njegova otkrića prije 100 godina liječnici i drugi znanstvenici trajno i

sve više upotrebljavaju u kliničkoj i istraživačkoj praksi. Elektrokardiogram je jedina praksi usmjerena metoda iz koje se istodobno mogu dobiti podaci o električnoj aktivnosti srca, o pokazateljima anatomske arhitekture srca, krvnog protoka, hemodinamike, transmembranskog ionskog protoka i učinka lijekova. Nijedna pojedinačna neinvazivna metoda ne može dati toliko različitih podataka koliko to može elektrokardiogram. ⁴

Cilj ovog rada, o stotoj obljetnici Einthovenova prikaza, jest prikazati najvažnije povijesne podatke iz početaka elektrokardiografije. Ta je metoda postala važna grana suvremene kardiologije i važna pomoć sveukupnoj suvremenoj medicini i koja je, kako je jedan istraživač iz početaka kliničke elektrokardiografije rekao »... donijela ne samo zadovoljenje naših znanstvenih interesa nego i korist i pomoć srcu – tom organu od kojeg moderno čovječanstvo toliko pati«. ⁵

Einthovenovoj publikaciji iz 1903. godine prethodilo je više od stotinu godina pionirskog rada mnogih istraživača koje je potrebno spomenuti.

Rani počeci

Početak istraživanja, koje je dovelo do izuma elektrokardiografa, mogao bi datirati od istraživanja *Galvanija* (1794.) koji je dotaknuši živac iz preparata mišića i živaca izazvao kontrakciju mišića. *Matteucci* je prije 160 godina (1843.) otkrio: kada se živac iz Galvanijeva preparata pričvrsti uz kucajuće srce, mišić se kontrahira sinkrono s otkucajima srca. Otkrio je također da oštećeni mišić srca producira električnu struju. *Kölliker* i *Müller* nekoliko godina kasnije (1856.) dokazuju da i zdravi srčani mišić producira u toku svoga rada električnu stru-

* **Zavod za bolesti srca i krvnih žila, Interna klinika Medicinskog fakulteta KB Dubrava, Zagreb** (prof. dr. sc. Mijo Bergovec, dr. med.)

Adresa za dopisivanje: Prof. dr. sc. M. Bergovec, Interna klinika Medicinskog fakulteta KB Dubrava, Av. G. Šuška 6, 10000 Zagreb

Primljeno 9. rujna 2003., prihvaćeno 29. prosinca 2003.

ju, koju je nazvao »akcijska struja«, jer je vezana na srčanu akciju.⁴

Sljedeći korak u evoluciji elektrokardiograma bilo je *Lipmannovo* otkriće kapilarnog manometra (1875.).⁶ Tim instrumentom mogle su se s površine tijela snimiti električne promjene voltaže, koje je proizvodilo kucajuće srce.

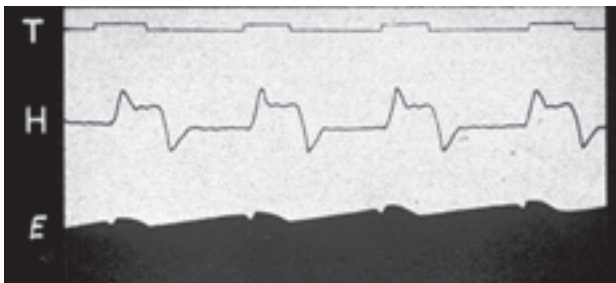
Značenje A. Wallera

Počeci ljudske elektrokardiografije potječu iz rada britanskog fiziologa *Augustusa D. Wallera* i njegova članka objavljenog u *Journal of Physiology* iz 1887. godine.⁷

Waller je, upotrebljavajući *Lipmannov* kapilarni manometar, prvi uspio registrirati krivulju električnih promjena voltaže koje je izazvalo ljudsko srce snimajući *Thomasa Goswella*, tehničara u svojem laboratoriju (slika 2.).

U tom je članku napisao da je »vidljivo da svaki otkucaj srca prati električna varijacija«. U tom je radu Waller to snimanje električne aktivnosti srca nazvao »kardiograf«.

Premda je pojam »elektrokardiogram« prvi put službeno u znanost uveo *Willem Einthoven* na sastanku Nizozemske me-



Slika 2. Elektrokardiografska krivulja snimljena po Walleru s pomoću kapilarnog elektrometra (iz 1887. godine). T: vrijeme u 5-sekundnim intervalima, H: krivulja pokreta vrška srca, E: elektrokardiografska krivulja

Figure 2. Electrocardiographic curve recorded by Waller using capillary electrometer (in 1887). T: time in 5-s intervals, H: chest wall motion, E: electrocardiographic curve



Slika 3. Portret A. Wallera s njegovim psom Jimmyjem
Figure 3. Portrait of Waller with his dog Jimmy

dicinske udruge (Dutch Medical Association) 1893. godine, ipak je *Einthoven* kasnije sam ustvrdio da je *Waller* prvi uveo taj pojam.⁸ Otklone u električnoj krivulji elektrokardiograma *Waller* je nazvao *A, V1 i V2* te kasnije nije želio prihvatiti opće-prihvaćene nazive *Q, R, S, T* koje je u znanost uveo *Einthoven*.

Waller je kasnije na kongrese i stručne sastanke veoma često vodio svog psa *Jimmyja* koji je povezan elektrodama strpljivo znanstvenicima pozirao i stavljao šape u otopinu soli pri čemu se snimao i demonstrirao elektrokardiogram (slika 3.).

Međutim, zbog nepraktičnosti, jer su se pokreti živina stupca koje je izazvala električna aktivnost srca trebali promatrati mikroskopom, a slika pokreta živina stupca trebala se projicirati na fotografski papir, zbog veličine aparata, a ponajviše zbog niske preciznosti i niske osjetljivosti na promjene srčanih električnih oscilacija *Wallerovo* snimanje elektrokardiograma s pomoću *Lipmannova* kapilarnog manometra nije dulje zaživjelo.

Uloga C. Adera

Dok su *Waller* i drugi raniji istraživači činili temeljne korake u elektrofizilogiji, istodobno je došlo do velikog razvoja tehnologije komunikacije. Francuski elektroinženjer *Clement Ader* mnogo je pridonio znanosti komunikacije. Tako je na primjer njegov sustav pojačala prikazan na pariškoj električkoj izložbi 1881. godine kada je prenošeno pjevanje opere iz zgrade pariške Opere preko kabela u prostore palače gdje se izložba održavala. Vrijedno je pripomenuti da se to dogodilo samo pet godina nakon javnog demonstriranja *Bellova* telefona. *Ader* je bio također pionir stereofonijskog snimanja zvuka, danas tako važnog u snimanju glazbenih sadržaja.

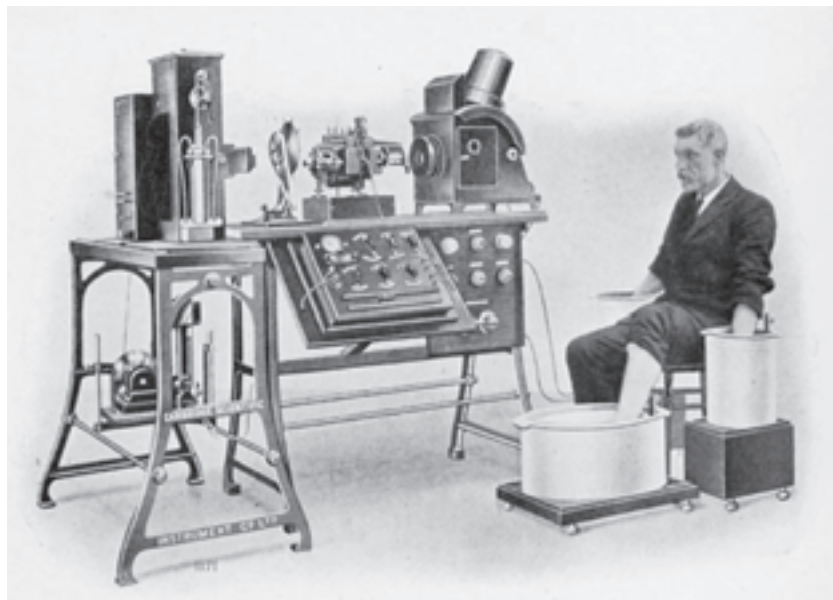
Telegrafija je u to vrijeme također bila u središtu komunikacijske znanosti. *Ader* je primijetio da postojeći telegrafi nisu prikladni za potrebe brzog zapisivanja i očitavanja od strane telegrafista. Zato je *Ader* razvio visokoosjetljivi galvanometar koji se odlikovao brzom pokretljivošću. To je uspio upotrijebiti za registriranje električne aktivnosti tanku žicu umjesto dotad upotrebljavane spiralne zavojnice. *Ader* je svoj žičani galvanometar prikazao 1897. godine. *Aderov* galvanometar se kasnije najviše upotrebljavao za podmorske transatlantske telegrafске kabele.⁹ Žica *Aderova* galvanometra bila je promjera 0,02 mm, a njezini pokreti snimani su fotografski. To je bio tip instrumenta koji je kasnije *Einthoven* usavršio i uveo u kliničku elektrokardiografiju.

Pojačala, stereofonija i galvanometar bili su, ipak, za *Adera* od sporednog interesa. Njegov glavni istraživački interes bilo je letenje u čemu je tajno radio s francuskim Ministarstvom rata projektirajući nekoliko modela aviona. U tom području uspjeh mu nije bio spektakularan čime je uspjeh ranijih dostignuća bio potamnjen te je umro siromašan i zaboravljen.

Einthoven – otac kliničke elektrokardiografije

Willem Einthoven, nizozemski fiziolog, imao je za učitelja *Johannesa Boschu* koji je bio profesor u *Leydenu* i poznati nizozemski znanstvenik. *Boscha* je već 1854. godine opisao teoretske prednosti galvanometra s jednom žicom koja se nalazi između polova elektromagneta. Te su prednosti, koje je opisao *Boscha*, kasnije iskoristili *Ader* i *Einthoven*.

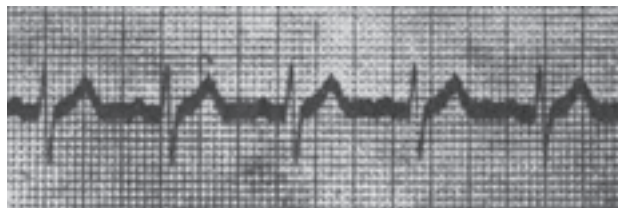
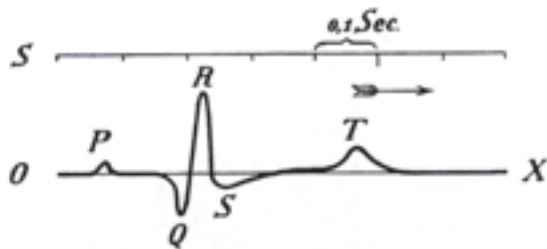
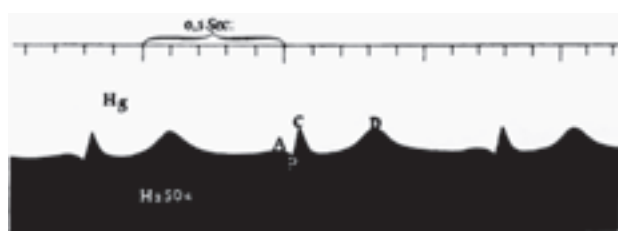
Einthoven je započeo svoj istraživački rad koristeći se kapilarnim *Wallerovim* elektrometrom. Nezadovoljan tom aparaturom *Einthoven* je počeo upotrebljavati *d'Arsonvalov* galvanometar, koji je imao spiralnu navojnicu i koji je *Einthoven* pokušao usavršiti. Nezadovoljan i time *Einthoven* je 1901. godine opisao teoretske karakteristike »novog galvanometra« (ci-



Slika 4. Slika kompletnog elektrokardiografa. Obje ruke i lijeva noga bolesnika uronjene su u posude napunjene otopinom soli te elektrodamama povezane s elektrokardiografskim aparatom

Figure 4. Photograph of a complete electrocardiograph showing the manner in which the electrodes were attached to the patient; the hands and one foot were immersed in jars of salt solution

tirajući svoga učitelja Boschu) pri kojem je između magnetskih polova upotrijebio tanku žičanu nit umjesto d'Arsonvalove spirale. Premda upotreba tanke žičane niti pokazuje značajnu slič-



Slika 5. Evolucija ljudskog elektrokardiograma. Slike 5a i 5b preslik su iz originala Einthovenove publikacije iz 1903. godine, a slika 5c vjerojatno je iz 1915. 5a: Električna aktivnost srca registrirana kapilarnim elektrometrom; 5b: Krivulja elektrokardiograma izračunana iz krivulje kapilarnog elektrometra; 5c: Direktno snimljen elektrokardiogram s pomoću žičanoga galvanometra

Figure 5. Evolution of human electrocardiogram. Fig. 5a and 5b are from original Einthoven's publication in 1903. Fig. 5c recorded by string galvanometer probably from 1915. 5a: Electrical activity of the heart registered using capillary electrometer; 5b: Shape of the true electrocardiogram constructed from electrometer tracing; 5c: Electrocardiogram directly recorded by string galvanometer

nost između Aderova i Einthovenova galvanometra, ipak između njih postoje i veće razlike. Ader je upotrijebio žicu promjera 0,02 mm, čije su defleksije bile projicirane kao sjena te snimljene na fotografski film. Einthovenova žičana nit bila je srebrna debljine 2,1 mikrometar (deset puta tanja od prethodne) i promatrala se s pomoću mikroskopa. Slika žičane niti prenošena je preko mikroskopa i također snimana na fotografski film. Osjetljivost Einthovenova instrumenta bila je više tisuća puta veća od one Aderova aparata, čime su se uspostavili uvjeti za snimanje električne aktivnosti srca.

Prije točno sto godina, 1903. godine Einthoven je objavio rad u kojem je u snimanju elektrokardiograma usporedio kapilarni elektrometar sa žičanim galvanometrom. Valove koji su se pojavili u galvanometru na fotografskim snimkama Einthoven je označio sa P, Q, R, S i T i usporedio ih s odgovarajućim valovima A, B, C i D dobivenim snimkama iz kapilarnog elektrometra (slika 4. i slika 5). Razlog zašto je Einthoven upotrijebio nazivlje iz drugog dijela abecede vjerojatno je taj što je to bilo u skladu s tadašnjom uobičajenom praksom među geometričarima gdje su se promjene na ravnim crtama označavale početnim slovima abecede, a u valovitim crtama drugim dijelom abecede počevši od P.¹⁰

Potrebno je spomenuti da je Einthoven godinu dana ranije, 1902. godine, objavio rad o novoj kvaliteti u metodici snimanja krivulje srčane aktivnosti¹¹ pa neki istraživači početak kliničke elektrokardiografije stavljaju u 1902. godinu.¹²

Koliko je interesa kliničke i istraživačke medicine svojim radom pobudio Einthoven pokazuje činjenica da je te 1903. godine Einthoven sklopio ugovore o proizvodnji žičanih galvanometara s jednom njemačkom tvrtkom iz Münchena i jednom engleskom tvrtkom iz Londona.

Kliničke aplikacije elektrokardiograma Einthoven je razradio 1906. godine u članku »Le Telecardiogramme«.¹³ U tom radu Einthoven opisuje kompletni srčani blok, bigeminiju, P mitrale te hipertrofiju desne i lijeve klijetke srca. Tu Einthoven također opisuje sustav za snimanje elektrokardiograma u bolesnika iz bolnice u fiziološkom laboratoriju u kojem se nalazio veliki i nepokretni žičani galvanometar. Te je elektrokardiogramme, zbog posebnosti načina snimanja Einthoven nazvao »telekardiogramima«. Vrlo je zanimljiva činjenica da je udaljenost od bolnice Academic Hospital do fiziološkog laboratorija u Leidenu bila veća od 1,5 kilometara. To snimanje elek-

trokardiograma na udaljenost zapravo je ono što danas nazivamo »telemedicina«, a započelo je prije točno 100 godina!

Premda je Waller u početku sumnjao u kliničku primjenljivost elektrokardiografije, Einthovenov učitelj Boscha sugerirao je da se bolnice povežu s fiziološkim laboratorijem s pomoću postojećih telefonskih linija, a Einthoven je to i ostvario. Žičani galvanometar je, zbog svojih karakteristika da može registrirati kliničke događaje ubrzo zamijenio mjesto te je iz fizioloških laboratorija doveden u bolnice.

Odmah nakon Einthovenovih prvih kliničkih studija sa žičanim galvanometrom počeli su se diljem svijeta javljati znanstvenici i liječnici s rezultatima kliničkih istraživanja. Objašnjene su mnoge aritmije. Ustanovljena je povezanost između negativnih T-valova i angine pektoris i arterioskleroze već 1910. godine.¹⁴ Čak je 1906. godine opisano i fetalno elektrokardiografsko monitoriranje.¹⁵

Počele su se pojavljivati i knjige o elektrokardiogramu. Prva je bila monografija »Elektrokardiogrami« fiziologa A. F. Samojlova iz Kazana na srednjem toku rijeke Volge izdana 1909. godine. Samojlov je napisao i ovo: »...daljnji radovi na području istraživanja elektrokardiograma donijet će ne samo zadovoljenje naših znanstvenih interesa nego i korist i pomoć srcu – tom organu od kojeg moderno čovječanstvo toliko pati.«^{5,12} Također je 1910. godine u Leipzigu izdana knjiga »Das Elektrokardiogramm des gesunden und kranken Menschen« koju su napisali Friedrich Kraus i Georg Nicolai. I sam je Einthoven planirao izdati monografiju o elektrokardiografiji, ali je nije nikada uspio objaviti.

Einthoven je dao doprinos u primjeni postojećih tehničkih dostignuća u fiziologiji, u modifikaciji funkcionalnosti postojećih aparature te istraživačkim studijama iz područja fiziologije. Na njegov dio zasluga u svakodnevnoj upotrebi elektrokardiograma podsjećaju standardi etablirani u cijelom svijetu, poput Einthovenovih odvoda I-III, terminologije krivulje EKG-a od P do U-vala, Einthovenov trokut i još štošta. Kao pravi znanstvenik svoje je rezultate uspoređivao s drugima u primjereno napisanim i objavljivanim radovima u eminentnim znanstvenim časopisima. Njegovo prepoznavanje dijagnostičkog značenja žičanoga galvanometra dovelo je do široke upotrebe tog instrumenta. Time je Einthovenovo djelo počelo ubrzo ubirati plodove, a elektrokardiografija se pokazala kao nezamjenjiva metoda u kliničkoj medicini.

Svojim je radom Einthoven zauzeo vidno mjesto u povijesti medicine među najvećim istraživačima dvadesetog stoljeća. Značenje rezultata njegova rada bilo je među znanstvenicima dobro prepoznato te je i zbog toga 1924. godine dobio Nobelovu nagradu. Einthoven je bio svjestan značenja svojih otkrića, ali i značenja suradnje znanstvenika te je prilikom dodjele Nobelove nagrade rekao: »Otvoreno je novo poglavlje u nauci o liječenju srčanih bolesti, ali ne samo uz pomoć rada pojedinca nego i uz pomoć radova mnogih talentiranih ljudi.«

Sir Thomas Lewis

Svoj najveći doprinos razvoju elektrokardiografije Einthoven je dao do 1913. godine, dok je daljnji voditelj razvoja elektrokardiografije postao Sir Thomas Lewis. Lewis, nasljednik Einthovenov, a kasnije Wilsonov učitelj, pridonio je razumijevanju mehanizma aritmija i širenja električnog impulsa kroz srce. On je to učinio između 1908. i 1920. godine u University College u Londonu. Svoj prvi patološki EKG koji je pokazivao totalni atrioventrikularni blok, snimio je 1908. godine u Fiziološkom institutu kod Wallera. Objavio je radove o ekstrasistolama 1908. godine, o paroksizmalnoj tahikardiji 1909. godine, a o fibrilaciji atrijske 1910. godine.¹⁶

Lewis, Waller i Keith vodili su rasprave o tome je li Hisov snop jedinstveno provodno tkivo koje zahvaća atrijske i ventri-

kule ili postoje multipli putovi atrioventrikularnog provođenja. Postoji obilna korespondencija između Lewisa i Einthovena koja pokazuje usku suradnju tih dvaju znanstvenika. Svoje znanstveno djelo Lewis je 1920. godine zaokružio knjigom »Mechanism and Graphic Registration of the Heart Beat«. Vjerujući da se nova važna saznanja o elektrokardiogramu više ne mogu dobiti, Lewis je svoju pozornost usmjerio na periferne vaskularne bolesti.

Tako su rane godine kliničke elektrokardiografije snažno označili Einthoven i Lewis. Oni su uveli elektrokardiogram u kliničku medicinu i približili ga bolesničkomu krevetu.

U vremenu nakon 1920. godine u istraživanjima na području elektrokardiografije predvodili su Frank N. Wilson i njegov tim. Njegov je najveći doprinos uvođenje prekordijalnih odvoda u kliničku kardiologiju.

Razvojem uređaja koji su omogućili direktni elektrokardiografski zapis (kasnih četrdesetih godina prošlog stoljeća) EKG je postao i danas je najčešće upotrebljavana kardiološka laboratorijska metoda. On je neinvazivan, jednostavan za izvođenje, visoko reproducibilan i s mogućnosti višekratnog ponavljanja. EKG je jedina praktična metoda koja snima električnu aktivnost srca i može detektirati vrstu aritmija. EKG je prvi laboratorijski test koji treba učiniti u bolesnika sa simptomima koji mogu upućivati na prijeteće za život opasno stanje: boli u prsima, sinkopa ili presinkopa.

Tehničke mogućnosti snimanja elektrokardiograma znatno su se promijenile. Na početku, prije sto godina pa sve do 1930. godine žičani galvanometar imao je svoje mjesto u snimanju elektrokardiograma, nakon čega se postupno započelo snimati na aparatima s pojačivačima u vakuumskim cijevima te u novije vrijeme s tranzistorskim uređajima, a u najnovije vrijeme s elektroničkim »solid-state« sustavima.

Razvoj elektrokardiografije u Hrvatskoj zavrjeđuje opširniji osvrt. Na ovome mjestu neka bude dovoljno spomenuti da je dr. Ivo Ivančević, predstojnik Internog odjela Opće javne bolnice milosrdnih sestara u Zagrebu (danas kliničke bolnice »Sestre milosrdnice«) 14. srpnja 1921. godine tražio od Ravnateljstva bolnice da se nabavi elektrokardiograf s priborom za crtanje i snimanje radi »...dijagnostike bolesti srca i krvosudnog sustava...«

Umjesto zaključka

Na kraju ovog povijesnog prikaza mogu reći da su se ispunila proročanstva dvojice velikana iz početaka kliničke elektrokardiografije. Ispunilo se proročanstvo Sir Thomasa Lewisa, koji je 1912. godine napisao: *The time is at hand, if not already come, when an examination of the heart is incomplete if this new method is neglected.*¹⁷

Nezamislivo je danas, doista, da bi se ispitivanje srca moglo ne samo kompletno obaviti nego i dobro započeti bez snimljenog elektrokardiograma.

Ispunjeno je i Einthovenovo proročanstvo s predavanja o različitim oblicima EKG-a pred Chelsea Medical Society 1912. godine. Willem Einthoven završio ga je rečenicom: »Ova metoda elektrokardiografije još je mlada biljka. Imamo razloga očekivati da će i dalje rađati dobre plodove.«¹⁸

Od te je mlade biljke, da ostanemo u Einthovenovoj usporedbi, u međuvremenu nastalo stoljetno stablo sa snažnim granama koje još i dalje rađaju bogatim plodovima.

LITERATURA

1. Einthoven W. Die galvanometrische Registrierung des menschlichen Elektrokardiogramms, zugleich eine Beurteilung der Anwendung des Capillar-Elektrometers in der Physiologie des Menschen und der Tiere. Pflügers Arch ges Physiol. 1903;4:472–80.

2. *Holzman M.* Klinische Elektrokardiographie. Thieme, Stuttgart 1965., 5. Auflage.
3. *Lepeschkin E.* Das Elektrokardiogramm. Steinkopf. Dresden 1957., 3. Auflage.
4. *Fisch C.* Evolution of the clinical electrocardiogram. J Am Coll Cardiol 1989;14:1127-38.
5. *Samojlov A.* Elektrokardiogramme. Ed. Fischer. Jena 1909.
6. *Lipmann G.* Relations entre les phenomenes electriques et capillaires. Ann Chim 1875;5:494
7. *Waller AD.* A demonstration on man of electromotive changes accompanying the heart's beat. J Physiol (London) 1887;8:229-234.
8. *Einthoven W.* Nieuwe methoden voor klinisch onderzoek [New methods for clinical investigation]. Ned T Geneesk 29 II: 263-286, 1893.
9. *Ader C.* Sur un nouvel appareil enregistreur pour cables sous-marines. C R Acad Sci (Paris) 1897;124:1440-2.
10. *Cooper JK.* Electrocardiography 100 years ago. N Engl J Med 1986;315: 461-4.
11. *Einthoven W.* Galvanometrische registratie van het menschelijk electrocardiogram. In: Rosenstein SS (ed.) Herinneringsbundel-Eduard Ijdo, Leiden. 1902;S101-6.
12. *Knore GH.* 100 Jahre klinische Elektrokardiographie. Herzschr Elektrophysiol 2002;13:110-16.
13. *Einthoven W.* Le Telecardiogramme. Arch Int Physiol 1906;4:132-4.
14. *James WB, Williams HB.* The electrocardiogram in clinical medicine. I. The string galvanometer and the electrocardiogram in health. Am J Med Sci 1910;140:408-21.
15. *Cremer M.* Über die direkte Ableitung der Aktionströme des menschlichen Herzens vom Oesophagus und über das Elektrokardiogramm des Fötus. Münch Med Wochensh 1906;53:811-3.
16. *Burchell HB.* A Centennial note on Waller and the first human electrocardiogram. Am J Cardiol 1987;59:979-83.
17. *Lewis T.* Heart 1912;3:279; cit iz: Fisch C. Centennial of the String Galvanometer and the Electrocardiogram. J Am Coll Cardiol 2000;36:1737-45.
18. *Einthoven W.* The different forms of the human electrocardiogram and their signification. The Lancet 1912;1:853-61.

* * *

Vijesti News



**European Society of Pathology
Academy of Medical Sciences of Croatia
Institute for Clinical Medical Research of
Sestre Milosrdnice University Hospital Zagreb
Veterinary Faculty Zagreb**

15th LJUDEVIT JURAK INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPARATIVE PATHOLOGY

**MAIN TOPIC: HEAD & NECK PATHOLOGY
INCLUDING OPHTHALMOPATHOLOGY**

SECOND ANNOUNCEMENT AND CALL FOR PAPERS

June 4-5, 2004

Zagreb, Croatia

<http://www.kbsm.hr/Jurak/symposium.htm>

Outline of the program:

Includes lectures, short courses, slide seminars, free papers and posters on the symposium sections:

- A) Pathological Morphology of Human and Animal Diseases
- B) Iatrogenic, Environmental and Experimental Pathology
- C) Herman Jurak Lecture on Rheumatological Pathology
- D) Telepathology on-line Conference (Zagreb-Pittsburgh)
- E) Clinical Forensic Pathology
- F) Slide Seminars in histopathology and cytopathology
- G) Quiz on Pathology