

Rozvoj elektrokardiológie na Slovensku



Elektrokardiológia sa objavila ako nová kapitola elektrokardiografie v druhej polovici minulého storočia, keď sa problémy začali riešiť pomocou fyzikálnych metód štúdiá elektrického poľa vyvolaného zdrojom v objemovom vodiči, s perspektívou lepšieho poznávania elektrogenézy srdca. Konštruovali sa fyzikálne korigované zvodové systémy, ktoré dovolili nahradiť 12-zvodový elektrokardiogram bez straty informačného obsahu tromi

ortogonálnymi zvodmi (1) a znázorniť ich ako vektorkardiogram (VKG). Paralelne sa zaviedlo aj mapovanie elektrického napätia na povrchu hrudníka. Dialo sa to pri účasti fyzikov, fyziológov a elektrotechnikov, s čoraz väčším využitím výpočtovej techniky.

V Európe pracovali vtedy v uvedenej problematike traja významní fyziológovia: prof. Pierre Rijlant v Bruseli, akademik Vilém Laufberger v Prahe a prof. Hugon Kowarzyk vo Vroclavi (2). Interdisciplinárny prístup si vyžadoval fórum, ktoré kardiologické kongresy už nemohli poskytovať. Hugon Kowarzyk s manželkou, kardiologičkou, zorganizovali preto vo Vroclavi v roku 1959 Medzinárodné vektorkardiografické sympóziu pod Rijlantovým patronátom.

Nasledujúci rok usporiadali Kowarzykovi vo Vroclavi Kurz priestorovej vektorkardiografie. Zúčastnili sme sa ho deväť: z Poľska, ČSR, NDR a Bulharska. Keďže sa ukázala vôľa pokračovať v tejto aktivite, navrhol som ako vhodné miesto slovenskú časť Vysokých Tatier. Vďaka pochopeniu a podpore vtedajšieho predsedu Sekcie biologických a lekárskejších vied SAV akademika Karola Šišku sa potom v roku 1961 uskutočnilo v Starom Smokovci medzinárodné vektorkardiografické kolokvium. Program vyplnili akademik V. Laufberger a prof. F. Herles s J. Jedličkom z Prahy, Kowarzykovi so spolupracovníkmi z Vroclavi, ako aj viacerí významní poľskí kardiológovia – vektorkardiografisti na čele s prof. Z. Askanasom. Zborník prednášok aj s diskusiami prepísanými z magnetofónového záznamu vydalo Vydavateľstvo SAV v nemeckom jazyku. Pochvalne ho recenzovali G. E. Burch v *American Heart Journal* a Saburo Mashima v *Japanese Heart Journal*. Ďalšie kolokvium organizovali Kowarzykovi s pomocou Poľskej Akadémie Vied v Zakopanom. Nasledovalo Laufbergerom, ktoré bolo usporiadané na zámku ČsAV v Libliciach a satelitné sympóziu 4. európskeho kardiologického kongresu v Prahe.

Takto vznikla tradícia každoročných medzinárodných stretnutí. Uskutočnených 13 kolokvií sa časom transformovalo na ďalších 34 kongresov, doteraz v 16 štátoch Európy, v Spojených štátoch amerických, Kanade, Japonsku a Brazílii (3). Peter W. Macfarlane, prezident Medzinárodnej elektrokardiologickej spoločnosti, ktorá bola založená až v roku 1993, vyzdvihol historickú zásluhu prvých kolokvií (4) a dvaja ešte žijúci organizátori sme boli zvolení za jej zakladajúcich členov.

Zvláštnosťou histórie, a možno aj tajomstvom úspechu týchto podujatí bolo to, že boli úplne autonómne, neviazali sa k nijakej národnej či nadnárodnej organizácii. Na každom stretnutí sa dohodlo miesto konania nasledujúceho (nikdy opakované za sebou v tej istej krajine) a jeho organizáciu poverili dobrovoľníka, ktorý ju vedel vo svojej krajine zaistiť a vydať tlačou zborník. Týchto zborníkov alebo mimoriadnych čísel časopisov vyšlo dodnes 39, ich zoznam do roku 2002 publikoval *Journal of Electrocardiology* (5).

Ku kreácii desaťročného Medzinárodného programového výboru došlo až na 7. kolokvium v roku 1966 v Domove vedeckých pracovníkov SAV

na zámku v Smoleniciach. Bol to dôsledok zvýšeného záujmu o tieto akcie zo strany účastníkov z USA, Japonska a západnej Európy. Predsedom výboru sa stal Rijlant, z ČSR sme v ňom boli spolu s Laufbergerom. Výbor sa uzniesol, že sa budeme stretávať každoročne striedavo na západe a na východe od „železnej opony“. Táto zásada sa podivuhodne dodržiavala až do roku 1992.

K ďalšej organizačnej zmene došlo v roku 1983 v Bratislave na jubilejnom 10. kongrese, prvom v ČSR. Niekoľko mesiacov pred jeho konaním nás opustil predseda Programového výboru prof. Rijlant, ktorý bol ako autorita a osobnosť nenahraditeľný. Výbor sa transformoval na Medzinárodnú radu s rotujúcou funkciou voleného prezidenta, do ktorej som bol zvolený na prvé obdobie. Na 20. kongrese v Kananaskis (Kanada) bola za člena Rady zvolená MUDr. Ljuba Bachárová CSc., ktorá sa stala v roku 1997 prezidentkou Spoločnosti a v tom istom roku organizovala aj prvý kongres v Slovenskej republike. Ďalším členom výboru zo Slovenska sa stal Ing. Milan Týšler, CSc.

Takáto medzinárodná aktivita vzbudila a postupne zvyšovala na Slovensku záujem o vedeckú prácu v oblasti elektrokardiológie. Kým na kolokvium v Starom Smokovci sme ešte nemali ani jednu prednášku, od nasledujúceho podujatia ani jedno nebolo bez aktívnej účasti Slovenska. Nárast najlepšie ilustruje počet príspevkov na akciách konaných na Slovensku: na kolokvium v roku 1966 ich bolo šesť, na kongresoch v rokoch 1983 a 1997 už 18 a 29. Ústav normálnej a patologickej fyziológie SAV usporiadal aj medzinárodné satelitné sympózia v Smoleniciach ku kongresom v Kanade a USA (1993 a 1996). Významným podujatím boli aj bloky elektrokardiologických prednášok s medzinárodnou účasťou na Výročných kongresoch Slovenskej kardiologickej spoločnosti. Ústav teórie merania SAV organizoval v roku 1976 medzinárodné sympóziu Modelovanie a meranie elektrického poľa srdca a v roku 1995 Medzinárodnú IMECO konferenciu Modelovo podložené biomerania.

Centrami výskumu boli Ústav normálnej a patologickej fyziológie SAV (UNPF), Ústav teórie merania SAV (UTM), Výskumný ústav lekárskej bioniky Ministerstva zdravotníctva (VULB), Ústav patologickej fyziológie a Ústav lekárskej fyziky Lekárskej fakulty UK v Bratislave.

Medzinárodné uznávanie a závidenou špecifitou Slovenska bola nielen úzka kooperácia medzi fyziológmi, fyzikmi a elektrotechnikmi, ale najmä záujem o výsledky a aktívna účasť na ich aplikácii zo strany kardiológov a kardiochirurgov. V priebehu druhej polovice minulého storočia sme uvrejnili v spoluautorstve s klinikmi 13 originálnych prác v domácich časopisoch a 23 v medzinárodných časopisoch alebo kongresových zborníkoch. Najviac ich bolo s MUDr. Evou Vanžurovou CSc., prof. Igorom Riečanským CSc., prof. Stanislavom Cagaňom DrSc. a ich spolupracovníkmi.

Tematika prác bola vždy aktuálna. V prvej (rok 1961) MUDr. M. Hubka, DrSc. sledoval reštitúciu repolarizácie komôr u psa v priebehu extrakorporálnej cirkulácie po rôznych spôsoboch vyvolania asystólie. Neskôr (rok 1972) sa hodnotili každodenné zmeny VKG v priebehu 173 dní u psa s ortotopicky homotransplantovaným srdcom pod vplyvom imunosupresívnej liečby. Štatisticky hodnotené klinické štúdie sa zamerali na diagnostiku ischemických poškodení u dospelých a na hypertrofiu komôr u detskej populácie. VKG ukázalo známky prekonaného infarktu po dvoch mesiacoch až piatich rokoch aj tam, kde ich na EKG nepozorovali. Záznam v hlbokom vdychu výrazne zmenil orientáciu vektora v 20. ms QRS pri postihnutí septa a príľahlej časti ľavej komory, ale zastrel znaky zadného infarktu. VKG v porovnaní so záťažovým EKG vykázalo pri rovnakej senzitivite vyššiu špecifickosť vzhľadom na patologický nález selektívnej koronárnej artériografie. Pri vyše 50 % stenóze VKG malo vyššiu senzitivitu

vitú a echokardiografia vyššiu špecifickosť, optimálna bola ich kombinácia. U pacientov so stenokardiou pri menej ako 50 % stenóze dipólová elektrokardiopografia (DECARTO) ukázala abnormalitu iniciálnej časti QRS, čo sa na EKG neprejavilo. U získaných chlopňových chýb senzitivita VKG bola vyššia ako EKG pri hypertrofii ľavej komory alebo oboch komôr. Viac štúdií sa venovalo koreláciám medzi hemodynamickými parametrami a momentálnymi vektormi QRS u pacientov s kongenitálnymi a získanými chlopňovými chybami. Pomocou počítačovej simulácie aktívacie komôr sa ukázalo, že pri objemovom preťažení pravej komory zväčšenie doprava smerujúcich QRS vektorov súvisí skôr s rotáciou srdca okolo dlhej osi ako s dilatáciou komory a že rotácia VKG slučky v horizontálnej rovine v zmysle hodinových ručičiek je znakom kombinácie hypertrofie a dilatácie. Simulácia pomohla poznať, že zmenšenie iniciálnych vektorov VKG pri kongenitálnej stenóze aorty je znakom hypertrofie ľavej komory so zmenšeným diastolickým objemom.

Prvé potenciálové mapy z povrchu hrudníka sa získavali manuálnym spracovávaním záznamov na II. internej klinike prof. Haviara a prezentovali v roku 1978 v Spolku slovenských lekárov v Bratislave. Širšia aplikácia tejto metódy začala, až keď ÚTM pod vedením Ing. Petra Kneppu, DrSc. a za medicínskej účasti doc. MUDr. Slavomíry Filipovej, CSc. vyvinul aparatúru s použitím výpočtovej techniky. Táto sa používa pri diagnostike ischemických poškodení myokardu v Národnom ústave srdcových a cievnych chorôb.

Slovensko sa umiestnilo vďaka iniciatíve prof. Jána Rusnáka, riaditeľa bývalého VULB, medzi prvými v Európe pri zavádzaní počítačového hodnotenia EKG do zdravotníckej praxe. Prof. H. W. Pipberger z Washingtonu, účastník VKG kongresov, nám dal v roku 1977 bezplatne k dispozícii aktuálnu verziu svojho programu používaného v Spojených štátoch, ktorý hodnotí ortogonálne zvody, a teda aj VKG. Tento sa u nás zaviedol do praxe na základe EKG prístroja (Chirana) a počítačov (RPP16, SM4) domácej výroby. Využíval sa pod patronátom VULB najmä pri hromadných vyšetreniach v Ústavoch národného zdravia v Bratislave, Trenčíne, Žiline a vo viacerých priemyselných podnikoch.

Praktické aplikácie museli mať širšie teoretické zázemie. Fyziologické pracoviská sa zaoberali normálnou variabilitou elektrického poľa a jeho vývojovými zmenami. Ešte pred počítačovou érou sme sa venovali repolarizácii komôr hodnotením zmien komorového gradientu, maximálneho priestorového vektora T a priestorového uhla medzi QRS a T. Tento posledný sa v súčasnosti považuje za jeden z najvýznamnejších rizikových ukazovateľov. Na potenciálových mapách sa skúmal ich variabilita, a to, či poskytnú relevantnejšiu informáciu o stave myokardu ako VKG. Stanovili sa normálne hodnoty pre dipólovú elektrokardiopografiu (DECARTO), navrhnutú L. I. Titomírom (6). Určili sa hranice normálneho rozptylu koncových bodov vektorov v 10 ms intervaloch QRS a maximálneho vektora T a použili sa nielen na hodnotenie VKG v už uvedených kolaboratívnych klinických prácach, ale aj pri bezodplatných konziliárnych vyšetreniach u vyše 12 000 pacientov v rokoch 1971 – 2002.

Od fyzikálneho modelovania sa časom prešlo na počítačové, ktoré sa u nás začalo rozvíjať od začiatku sedemdesiatych rokov minulého storočia. Vďaka sústavnej práci RNDr. Vavrinca Szathmáryho, CSc. máme počítačový model aktívacie komôr (7), ktorý sa použil pre štúdium zmien aktivačných frontov a VKG následkom variability zakončení špecifického vodivého systému, malých lézií myokardu, ako aj zmien konfigurácie a polohy komôr, či už vývojových, alebo patologických. V spolupráci

s ÚTM sa kompletizoval aj s modelom hrudníka, čo umožnilo študovať extrakardiálne faktory ovplyvňujúce elektrické pole srdca nielen pomocou vymeňovania tvaru hrudníka sférickým koordinátorom.

Interdisciplinárny výskum elektrického poľa srdca čaká ešte veľa nedoriešených problémov. Aktuálnym je nájdenie optimálneho ukazovateľa variability a disperzie repolarizácie komôr nielen vzhľadom na zistenie náchylnosti k arytmiám, ale aj na spoľahlivé testovanie farmakoterapie. Ďalším prístupom, pri ktorom sa očakáva pokrok, je inverzné počítačové modelovanie, pri ktorom sa aproximuje z povrchovej potenciálovej mapy rozloženie potenciálov na povrchu srdca.

Náčrt histórie rozvoja elektrokardiológie u nás potvrdzuje, že malá krajina s obmedzenými prostriedkami sa najsôr a najlepšie uplatní vo výskume, ak zameria svoje sily na relatívne úzku, novo sa vynárajúcu problematiku. Slovensko sa takto stalo pomerne rýchlo medzinárodne uznávaným partnerom v elektrokardiológii nielen v organizačných aktivitách, ale aj vo vedeckej spolupráci. Svedčí o tom doteraz vyše 120 prác uverejnených v zahraničných časopisoch a zborníkoch, alebo skutočnosť, že v kolektívnej monografii vydanej C. V. Nelsonom a D. B. Geselowitzom (Oxford University Press, Londýn 1976), preloženej aj do ruštiny (Medicina, Moskva 1979) dve kapitoly sú od slovenských autorov. Možno teda povedať, že u nás sú už položené základy v oblasti interdisciplinárneho výskumu elektrického poľa srdca a aplikácie získaných poznatkov, na ktorých sa dá aj naďalej budovať.

Literatúra

1. Ruttkay-Nedecký I. Ortogonálna elektrokardiografia. Vnitř Lék 2002;48(Suppl):188–192.
2. Ruttkay-Nedecký I, Bachárová L. The fathers of the International Vectorcardiographic Colloquia. J Electrocardiol 2007;40:539–541.
3. Ruttkay-Nedecký I, Macfarlane PW. The History of the International Congress on Electrocardiology. In: Macfarlane PW, Rautaharju P. Electrocardiology 93. Singapore, New Jersey, London, HongKong 1994:10–20.
4. Macfarlane PW. The history of the International Society of Electrocardiology. J Bioelectromagnetism 2003;5:36–40.
5. Bacharova L. Interview with Ivan Ruttkay-Nedecký, MD, DSc. J Electrocardiol 2005;28:285–292.
6. Titomir LI, Ruttkay-Nedecký I, Bachárová L. Komplexnýj analiz elektrokardiogrammy v ortogonalnych otvedenijach. Moskva: Nauka-Fizmatlit 2001:238.
7. Szathmáry V, Osvald R. An interactive computer model of propagated activation with analytically defined geometry of ventricles. Comput Biomed Res 1994;27:27–38.

doc. MUDr. Ivan Ruttkay-Nedecký, DrSc.
Ústav normálnej a patologickej fyziológie, SAV
Bratislava