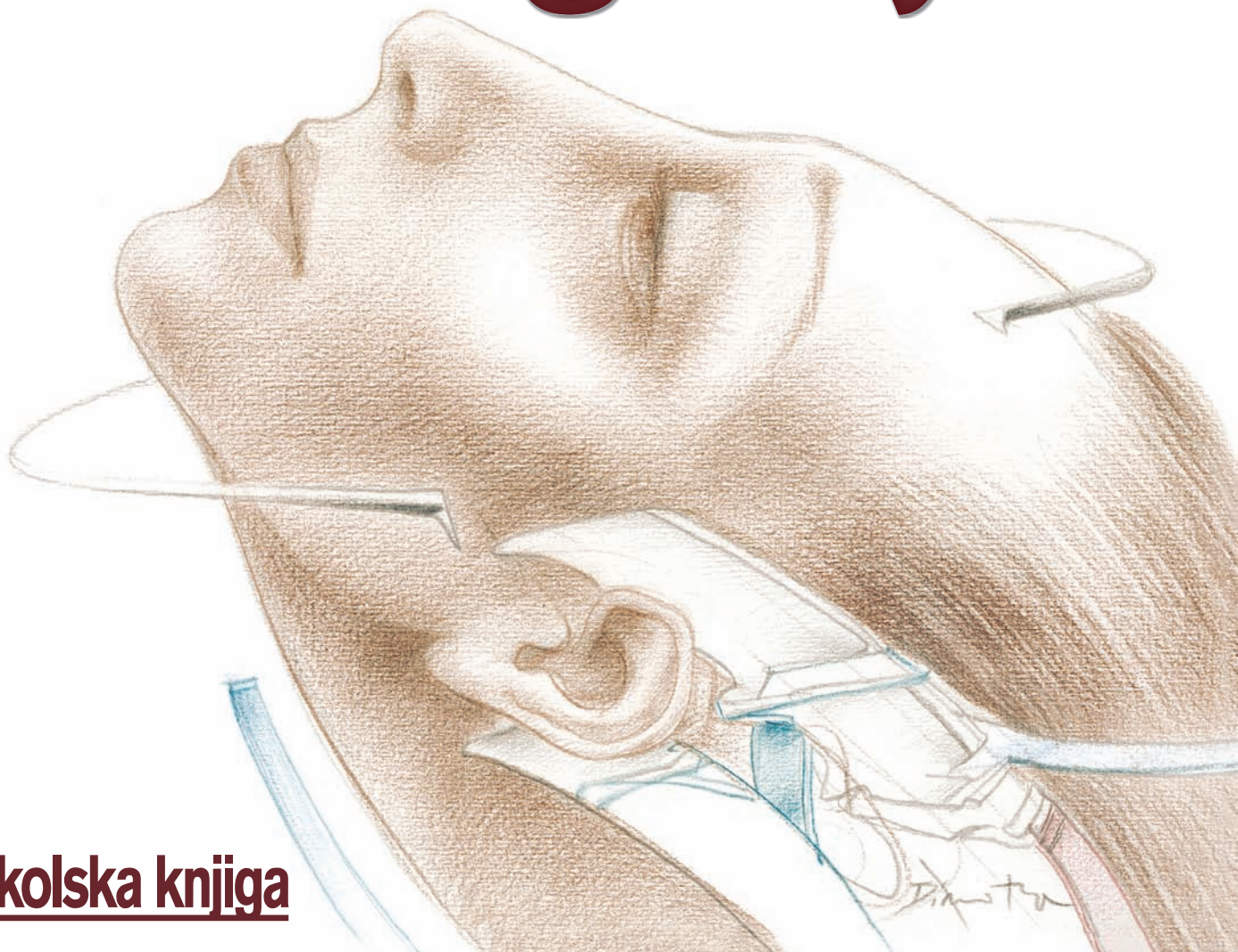
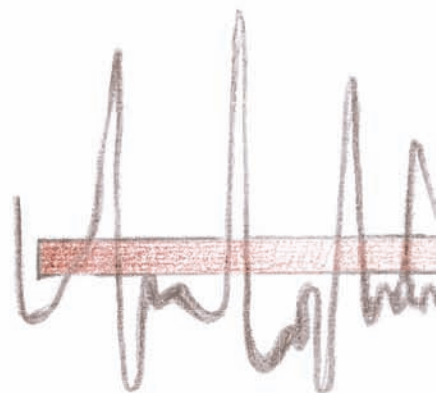




Prof. dr. sc. MIJO BERGOVEC

# Praktična elektro kardiografija



UDŽBENICI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
MANUALIA UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGRABIENSIS



Izdavač  
Školska knjiga, d.d.  
Zagreb, Masarykova 28

Za izdavača  
Ante Žužul, prof.

Urednica  
mr. sc. Gordana Krznarić-Vohalski

Recenzenti  
prof. dr. sc. Zijad Duraković  
prof. dr. sc. Krešimir Birtić  
prof. dr. sc. Vjekoslava Raos

© ŠKOLSKA KNJIGA, d.d., Zagreb, 2011.  
Nijedan dio ove knjige ne smije se umnožavati, fotokopirati ni na bilo koji način reproducirati bez nakladničkova pismenog dopuštenja.

Objavljivanje ovog sveučilišnog udžbenika odobrio je Senat Sveučilišta u Zagrebu rješenjem klasa: 032-01/08-01/110, ur. broj: 380-04/38-09-5 od 16. ožujka 2009.

Udžbenik je objavljen uz novčanu potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH.

Prof. dr. sc. MIJO BERGOVEC

# Praktična elektro kardiografija

II. prošireno izdanje

 **školska knjiga**

Zagreb, 2011.



# SADRŽAJ

## UVOD

## IX

---

<i>I. dio</i>	Općenito o elektrokardiogramu	1	NASTANAK ELEKTROKARDIOGRAMA 1 ELEKTRODE I ODVODI 3 SNIMANJE ELEKTROKARDIOGRAMA 5 NORMALNI ELEKTROKARDIOGRAM 6 <b>Elektrokardiografski elementi 6</b> <b>P-val 8</b> <b>P-Q (P-R) interval 8</b> <b>QRS kompleks 8</b> <b>Q-zubac 9</b> <b>T-val 9</b> <b>ST segment 10</b> INTERPRETACIJA ELEKTROKARDIOGRAMA 12 <b>Kratke upute za ispravnu interpretaciju elektrokardiograma 12</b> <b>Redoslijed analize elektrokardiograma 12</b> <b>Analiza pojedinih EKG elemenata 13</b> <b>Određivanje ritma i frekvencije 14</b> <b>Određivanje električne osi 16</b> <b>Artefakti u EKG-u 17</b>
<i>II. dio</i>	Patološke promjene elektrokardiograma	20	HIPERTROFIJA PRETKLIJETKI I KLIJETKI 20 <b>Hipertrofija (dilatacija) pretkljetki 20</b> <i>Hipertrofija (dilatacija) desne pretkljetke (P-dextrocardiale, P-pulmonale) 20</i> <i>Hipertrofija (dilatacija) lijeve pretkljetke (P-sinistrocardiale, P-mitrale) 20</i> <i>Hipertrofija (dilatacija) obiju pretkljetki (P-cardiale ili P-biatriale) 21</i> <b>Hipertrofija kljetki 22</b> <i>Hipertrofija lijeve kljetke 22</i> <i>Tlakovno i volumno opterećenje lijeve kljetke, osjetljivost i specifičnost EKG znakova 23</i> <i>Hipertrofija desne kljetke 24</i> <i>Hipertrofija obiju kljetki 25</i> BLOKOVI GRANA I HEMIBLOKOVI 26 <b>Kompletni blok desne i lijeve grane 26</b> <i>Blok desne grane 27</i> <i>Blok lijeve grane 28</i> <b>Inkompletni blok grane 29</b> <b>Hemiblokovi (fascikularni blokovi) lijeve grane, bifascikularni i trifascikularni blokovi 29</b> <i>Prednji lijevi hemiblok 29</i>

---

<i>Stražnji lijevi hemiblok</i>	30
<i>Bifascikularni i trifascikularni blokovi</i>	31
PREEKSCITACIJA, WPW SINDROM I LGL SINDROM	31
KORONARNA ILI ISHEMIJSKA BOLEST SRCA	35
<i>Patofiziološke osobitosti, mehanizam nastanka, uzroci i oblici</i>	35
<i>EKG promjene pri angini pectoris</i>	37
<i>EKG promjene pri infarktu miokarda</i>	37
<i>Razvojni stadiji infarkta miokarda prema elektrokardiogramu (evolutivnost promjena)</i>	37
<i>Procjena lokalizacije infarkta miokarda prema elektrokardiogramu</i>	39
ELEKTROKARDIOGRAFSKE SLIKE INFARKTA MIOKARDA PRI BLOKOVIMA GRANA I PRI UGRAĐENOM ELEKTROSTIMULATORU SRCA	44
PLUĆNA EMBOLIJA, COR PULMONALE, PERIKARDITIS, MIOKARDITIS I ENDOKARDITIS, SRČANE GREŠKE	45
<i>Plućna embolija</i>	45
<i>Cor pulmonale</i>	46
<i>Perikarditis, miokarditis i endokarditis</i>	47
ELEKTROKARDIOGRAM PRI PRIROĐENIM I STEČENIM SRČANIM MANAMA I MIOKARDIOPATIJAMA	48
<i>Prirođene srčane greške</i>	48
<i>Stečene srčane greške</i>	51
UTJECAJ POREMEĆAJA ELEKTROLITA NA ELEKTROKARDIOGRAM	55
UČINCI LIJEKOVA NA ELEKTROKARDIOGRAM	59

---

### III. dio Poremećaji ritma i atrioventrikulskog provođenja 61

<i>Patofiziološke osobitosti, mehanizam nastanka i uzroci</i>	61
<b>Osnovne upute za ispravnu interpretaciju elektrokardiograma s poremećajima ritma</b>	<b>61</b>
SINUSNI RITAM	62
<i>Normalni sinusni ritam</i>	62
<i>Sinusna bradikardija</i>	62
<i>Sinusna tahikardija</i>	62
<i>Sinusna aritmija</i>	63
TAHIKARDIJA-BRADIKARDIJA SINDROM ( <i>Syndroma „sick sinus“</i> )	63
EKTOPIČNI UDARCI, EKSTRASISTOLE I PREURANJENI UDARCI	64
<i>Supraventrikulske (atrijske) ekstrasistole (SES)</i>	64
<i>Nodalne ekstrasistole</i>	65
<i>Posebni oblici supraventrikulskih ekstrasistola</i>	65
<i>Ventrikulske ekstrasistole (VES)</i>	66

<b>Klasifikacija ventrikulskih aritmija</b>	<b>69</b>
EKTOPIČNI RITMOVI	69
TAHIARITMIJE	70
<b>Supraventrikulske tahiaritmije</b>	<b>70</b>
<b>Vrste supraventrikulskih tahikardija</b>	<b>71</b>
<b>Fibrilacija atriya</b>	<b>74</b>
<b>Undulacija atriya</b>	<b>75</b>
<b>Ventrikulske tahiaritmije</b>	<b>75</b>
<b>Ventrikulska tahikardija</b>	<b>76</b>
<b>Posebni oblici ventrikulskih tahikardija</b>	<b>76</b>
<i>Bidirekcijska tahikardija</i>	76
<i>„Spora“ ventrikulska tahikardija – idioventrikulski ritam</i>	76
<i>Torzada („torsade de pointes“)</i>	76
<i>Undulacija ventrikula</i>	76
<b>Ventrikulska fibrilacija</b>	<b>76</b>
BRADIARITMIJE	79
<b>Patofiziologija i uzroci</b>	<b>79</b>
<b>Sinusatrijski blok (SA blok)</b>	<b>79</b>
<b>Atrioventrikulski (AV) blok</b>	<b>80</b>
<i>AV blok prvog stupnja</i>	80
<i>AV blok drugog stupnja</i>	81
<i>AV blok trećeg stupnja – potpuni AV blok</i>	82
<b>Sinusni arest i asistolija</b>	<b>83</b>

---

<b>IV. dio</b>	<b>Ritam elektrostimulatora srca</b>	<b>84</b>
----------------	--------------------------------------	-----------

<b>Uredan elektrosistolčki ritam</b>	<b>84</b>
<b>Elektrokardiografski znakovi malfunkcije elektrostimulatora srca</b>	<b>84</b>

---

<b>V. dio</b>	<b>Računalna (kompjutorska) analiza elektrokardiograma</b>	<b>86</b>
---------------	--	-----------

<b>Kvaliteta kompjutorske analize elektrokardiografskih parametara</b>	<b>86</b>
<b>Interpretacija zaključaka</b>	<b>86</b>

---

<b>VI. dio</b>	<b>Elektrokardiogram u testu opterećenjem</b>	<b>89</b>
----------------	---	-----------

<b>Indikacije za test opterećenjem</b>	<b>89</b>
<b>Kontraindikacije za test opterećenjem</b>	<b>89</b>
<b>Uvjeti za ispravno izvođenje testa opterećenjem</b>	<b>90</b>
<i>Indikacije za prekid testa</i>	90
<b>Interpretacija rezultata</b>	<b>91</b>
<i>Ograničenja u interpretaciji rezultata</i>	93
<i>Uzroci lažno pozitivnog testa</i>	93
<i>Osjetljivost, specifičnost i prediktivna vrijednost testa opterećenjem</i>	93



---

VII. dio Dugotrajna  
elektrokardiografija 94

**Kontinuirani elektrokardiogram 94**  
*Indikacije za dugotrajnu elektrokardiografiju 94*  
**Telemetrija 94**  
**Registratori poremećaja ritma 94**

---

VIII. dio Elektrokardiografski  
primjeri s algoritmima  
i rješenjima analize  
elektrokardiograma 97

---

IX. dio Elektrokardiografski  
primjeri – atlas 111

---

Rješenja elektrokardiografskih  
primjera 325

---

Literatura 333

---

Pojmovno kazalo 334

---

# Uvod

U posljednje se vrijeme osjetno povećava broj liječnika koji svakog dana trebaju pregledati i odčitati više elektrokardiograma i potpisati dijagnostičke zaključke. Tome pogoduje ponajprije veliko zanimanje liječnika za otvaranje privatnih liječničkih ordinacija, posebice ordinacija primarne medicinske zaštite. Tehnički napredak u proizvodnji kompliciranijih elektrokardiografskih aparata pridonio je smanjenju njihove cijene i povećao dostupnost. Mogućnost kompjutorske analize i interpretacije elektrokardiograma koji se dobiju primjenom suvremenih uređaja prividno je olakšala postavljanje elektrokardiografske dijagnoze, ali i donijela nove opasnosti pri odčitavanju elektrokardiograma i postavljanju kliničke dijagnoze. Razumljivo je stoga povećano zanimanje za obnavljanje studentskih i poslije stečenih znanja iz elektrokardiografije raznih profila liječnika: kardiologa, internista, anesteziologa, pedijataru te liječnika obiteljske i urgentne medicine, svjesnih medicinske odgovornosti pri odčitavanju elektrokardiograma.

U suvremenoj hrvatskoj kardiološkoj literaturi postoje dva udžbenika s područja elektrokardiografije, namijenjena liječnicima i studentima medicine. To je *Elektrokardiografija u praksi*, profesora doktora Ljube Barića, te *Elektrokardiogram za studente i liječnike*, profesora doktora Zijada Durakovića i suradnika.

Kao u većini europskih država u kojima osim teorijskih udžbenika elektrokardiografije postoje i priručnici praktične elektrokardiografije, i u hrvatskoj se medicinskoj literaturi nametnula potreba za izdanjem praktičnoga elektrokardiografskog priručnika. Tijekom svoje kardiološke prakse često sam dobivao zamolbe kolega liječnika i studenata, posebice onih koji su boravili na Klinici za vrijeme studija ili na specijalizacijama raznih struka, da im posudim svoje zbirke elektrokardiograma za pripremu studentskih i specijalističkih ispita. Trajna je potreba liječnika, polaznika poslijediplomskih tečajeva trajnog usavršavanja iz područja elektrokardiografije, što ih posljednjih godina organiziramo na Medicinskom fakultetu u Zagrebu, za priručnikom što sadržava više jasno tiskanih elektrokardiografskih primjera. Sve me je to ponukalo na odluku da priprelim priručnik *Praktična elektrokardiografija*, s više jasnih i čitkih elektrokardiograma, nešto poput elektrokardiografskog atlasa, uz pomoć kojih bi studenti i liječnici mogli praktično osvježiti te metodom testa ispitati svoja znanja iz elektrokardiografije.

*Praktičnoj elektrokardiografiji* nije svrha iznositi detaljna teorijska elektrokardiografska znanja. Ona se nalaze u navedenim elektrokardiografskim udžbenicima. Temeljna namjena ove knjige je pomoći čitateljima prepoznati elektrokardiografsku krivulju kao normalnu ili patološku te u patološkim krivuljama prepoznati ona patološka stanja koja jesu ili bi mogla postati pogibeljna za bolesnikov život. Za sve one diferentnije elektrokardiografske promjene na koje liječnik naiđe u svojoj praksi, a koje ni uz pomoć elektrokardiografskih udžbenika ni ovog priručnika ne može sam analizirati, preporučujem da potraži savjet internista kardiologa.

Elektrokardiografske promjene koje se pojavljuju za vrijeme testa opterećenjem, kao i one što se pojavljuju pri kontinuiranom elektrokardiogramu obrađene su u ovom izdanju, a specifične elektrokardiografske promjene u djece prelaze zamišljene granice ove knjige te stoga i nisu u njoj prikazane.

*Praktična elektrokardiografija* sadržava više od 400 originalnih elektrokardiografskih zapisa u normalnoj veličini, snimanih brzinom 25 mm/s, koja se rabi na svim suvremenim elektrokardiografskim aparatima. Baždarni impulsi, koji trebaju biti snimljeni na svakom elektrokardiogramu, u ovoj su knjizi ispušteni i valja ih smatrati urednima.

U prvom dijelu knjige sažeto su prikazana načela snimanja elektrokardiograma i iznesene osnovne upute za analizu elektrokardiografske krivulje. U drugomu i trećem dijelu knjige

opisane su patološke promjene elektrokardiograma redosljedom kojim se uobičajeno opisuju u udžbenicima elektrokardiografije. Četvrti dio knjige sadržava kratak opis obilježja elektrokardiograma s ritmom elektrostimulatora srca, a peti dio načela i nekoliko primjera ispravno i neispravno elektronički odčitanih elektrokardiografskih krivulja. Šesti dio opisuje osnovna načela testa opterećenjem i pripadajuće elektrokardiografske osobitosti, dok sedmi dio sadržava kratki opis dugotrajne elektrokardiografije. Nakon toga, u osmom dijelu slijede elektrokardiografski primjeri kompjutorski snimljenih originalnih elektrokardiografskih krivulja uz koje se nalazi podsjetnik, algoritam osnovnih elemenata analize elektrokardiograma i napisana rješenja.

Najveći dio knjige čine elektrokardiografski primjeri. Uz svaki elektrokardiografski zapis, koji se može shvatiti i kao zadatak za rješavanje, naveden je redni broj, a na kraju poglavlja dana su rješenja pojedinih primjera. U tom je dijelu knjige sustavnost po poglavljima namjerno izbjegnuta kako bi primjeri bili poput kviza za samostalno rješavanje. Posljedica takva pristupa izradbi knjige jest to da se uz različitost elektrokardiografskih krivulja pojedini elektrokardiografski entiteti višestruko ponavljaju, što čitateljima koji testiraju svoje znanje iz elektrokardiografije može biti izazov. Zato im preporučujem da pojedine elektrokardiografske primjere pokušaju najprije rješavati samostalno, a zatim da svoja rješenja usporede s rješenjima elektrokardiografskih primjera.

Svjestan sam da je interpretacija rješenja elektrokardiografskih primjera iznesenih na kraju poglavlja vrlo kratka, što može kriti i određenu opasnost pojednostavnjivanja. Tako, na primjer, u primjerima hipertrofije lijeve klijetke može biti riječi i o ishemiji miokarda, koja je u elektrokardiografskim dijagnozama elektrokardiografskih rješenja ispuštena, a bez drugih kliničkih podataka ne može se posve ispravno dijagnosticirati. Takve se manjkavosti mogu velikim dijelom izbjeći ako liječnik koji analizira elektrokardiogram poznaje bolesnika te ima na umu i druge kliničke i laboratorijske podatke o bolesniku.

Na kraju knjige je pojmovno kazalo te popis najvažnije literature kojom sam se služio.

Svi elektrokardiografski primjeri izneseni u knjizi također su zasluga mojih kolega s kardioloških odjela Kliničke bolnice „Sestre milosrdnice“ i Kliničke bolnice „Dubrava“, s kojima sam surađivao u razvoju naše kardiologije. Zahvalan sam također medicinskim sestrama i tehničarkama obiju ustanova, koje su marljivo skupljale i uredno arhivirale elektrokardiografske primjere predložene u ovoj knjizi.

Osobito sam zahvalan akademskom slikaru Dimitriju Popoviću za grafiku na naslovnici knjige.

Zahvaljujem gospodi inženjeru Vladimiru Sršanu i Marku Sršanu za kompjutorsku obradbu originalnih elektrokardiografskih krivulja i pripremu za tisak te gospodi Roku Bolanči i Željku Brnetiću za grafičko oblikovanje knjige. Također zahvaljujem urednici obaju izdanja ove knjige, gospođi mr. sc. Gordani Krznarić-Vohalski. Njihova je zasluga da je *Praktična elektrokardiografija* postala vizualno privlačnom.

MIJO BERGOVEC