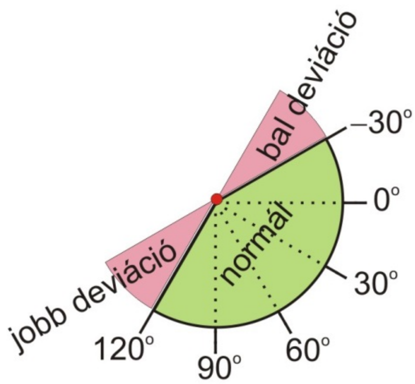
EKG

1. Egy EKG-görbén az átlagos R–R-távolság 19 mm, a papírsebesség 25 mm/s. Mennyi a beteg pulzusa?

2. Mekkora az EKG görbén az átlagos R–R-távolság, ha a papír futási sebessége 25 mm/s és a beteg pulzusa 75/min?

3. Az R-hullám amplitúdója az I. elvezetésben 4 mm, a II. elvezetésben 12 mm. Mekkora az R-hullám amplitúdója ...
   a) ... a III. elvezetésben?
   b) ... az aVR elvezetésben?
   c) ... az aVL elvezetésben?
   d) ... az aVF elvezetésben?

A következő feladatokhoz új információ: a szív elektromos tengelye megegyezik a szív integrálvektorának az Einthoven-háromszög segítségével megszerkeszthető irányával az R hullám pillanatában. Az irány szerint alapvetően háromféle állást különböztetünk meg: normál, bal, ill jobb deviáció, ahogy az az ábrán látható.



4. Határozza meg a szív elektromos tengelyének állását a frontális síkban (normál, bal deviációjú, vagy jobb deviációjú), ha Einthoven szerint mérve R_{II} = 1,4 mV és R_{III} = 0,1 mV.

5. Határozza meg a szív elektromos tengelyének állását a frontális síkban (normál, bal deviációjú, vagy jobb deviációjú), ha Eintoven szerint mérve R_{I} = 1,2 mV és R_{III} = –0,8 mV.

Képletek

$U = \Delta\phi = \frac{\Delta E}{\Delta q}$ (feszültség = elektromospotenciál-különbség)

$U_{TM} = \phi_{\mathrm{intracell}} - \phi_{\mathrm{extracell}}$ (transzmembrán potenciálkülönbség)

$U_I = \phi_L - \phi_R = U_{frontal} \cdot \cos(0° - \alpha) = U_{frontal} \cdot \cos(\alpha)$ (Einthoven I elvezetés)

$U_{II} = \phi_F - \phi_R = U_{frontal} \cdot \cos(60° - \alpha)$ (Einthoven II elvezetés)

$U_{III} = \phi_F - \phi_L = U_{frontal} \cdot \cos(120° - \alpha) = U_{frontal} \cdot \sin(\alpha - 30°)$ (Einthoven III elvezetés)

$U_{II} = U_I + U_{III}$ (Einthoven-féle elvezetések közötti kapcsolat)

$\phi_{CT} = \frac{(\phi_R + \phi_L + \phi_F)}{3}$ (Wilson-pont)

$U_V = \phi_C - \phi_{CT} = \phi_C - \frac{(\phi_R + \phi_L + \phi_F)}{3}$ (Wilson-féle prekordiális elvezetések)

$U_{aVR} = \phi_R - \frac{(\phi_L + \phi_F)}{2}$ (Goldberger aVR elvezetés)

$U_{aVL} = \phi_L - \frac{(\phi_R + \phi_F)}{2}$ (Goldberger aVL elvezetés)

$U_{aVF} = \phi_F - \frac{(\phi_R + \phi_L)}{2}$ (Goldberger aVF elvezetés)

$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha\cos\beta \pm \cos\alpha\sin\beta$ (összeg szinusza)

$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha\cos\beta \mp \sin\alpha\sin\beta$ (összeg koszinusza)

Megoldások

1. $$T=\frac{19mm}{25\frac{mm}{s}}=0,76s$$

$$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0,76s}=1,31/s=\underline{\underline{79/perc}}$$

2. $$f=75/perc=1,25/s$$

$$T=\frac{1}{f}=\frac{1}{1,25/s}=0,8s$$

$$d_{R-R}=0,8s\cdot 25\frac{mm}{s}=\underline{\underline{20mm}}$$

3. a) $U_{II}=U_I+U_{III}$

$$U_{III}=U_{II}-U_I=12mm-4mm=\underline{\underline{8mm}}$$

b) $$U_{aVR}=\phi_R-\frac{(\phi_L+\phi_F)}{2}=\frac{2\phi_R-\phi_L-\phi_F}{2}=\frac{(\phi_R-\phi_L)+(\phi_R-\phi_F)}{2}=\frac{(-U_I)+(-U_{II})}{2}$$

$$U_{aVR}=\frac{(-4mm)+(-12mm)}{2}=\underline{\underline{-8mm}}$$

c) $$U_{aVL}=\phi_L-\frac{(\phi_R+\phi_F)}{2}=\frac{2\phi_L-\phi_R-\phi_F}{2}=\frac{(\phi_L-\phi_R)+(\phi_L-\phi_F)}{2}=\frac{(U_I)+(-U_{III})}{2}$$

$$U_{aVL}=\frac{(4mm)+(-8mm)}{2}=\underline{\underline{-2mm}}$$

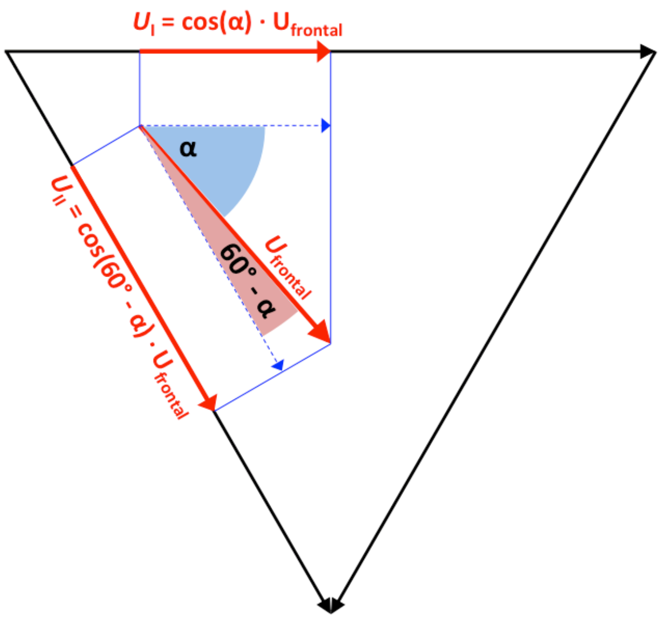
d) $$U_{aVF}=\phi_F-\frac{(\phi_R+\phi_L)}{2}=\frac{2\phi_F-\phi_R-\phi_L}{2}=\frac{(\phi_F-\phi_R)+(\phi_F-\phi_L)}{2}=\frac{(U_{II})+(U_{III})}{2}$$

$$U_{aVF}=\frac{(12mm)+(8mm)}{2}=\underline{\underline{10mm}}$$

4. Először számoljuk ki U_I-et, mert később szükség lesz rá:

$$U_{II}=U_I+U_{III}$$

$$U_I=U_{II}-U_{III}=1,4mV-0,1mV=1,3mV$$



Az ábrán látható, hogy a szív elektromos tengelyének szöge (α) az alábbi kapcsolatban áll a frontális integrálvektorral ($U_{frontal}$), illetve az U_I és U_{II} elvezetések jelével (feltéve, hogy az Einthoven háromszög oldalai, s ezért U_I és U_{II} 60°-os szöget zárnak be):

$$\cos\alpha=\frac{U_I}{U_{frontal}}$$, illetve

$$\cos(60°-\alpha)=\frac{U_{II}}{U_{frontal}}$$

ezeket átrendezve meg tudjuk oldani az egyenletrendszert:

$$\left.\begin{aligned} U_{frontal} &= \frac{U_I}{\cos\alpha} \\ U_{frontal} &= \frac{U_{II}}{\cos\left(60^\circ - \alpha\right)} \end{aligned}\right\} \frac{U_I}{\cos\alpha} = \frac{U_{II}}{\cos\left(60^\circ - \alpha\right)}$$

keresztbe szorozva:

$$\frac{\cos\left(60^\circ - \alpha\right)}{\cos\alpha} = \frac{U_{II}}{U_I}$$

használjuk fel az összeg (különbség) koszinuszára vonatkozó azonosságot:

$$\frac{\cos 60^\circ \cdot \cos\alpha + \sin 60^\circ \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{U_{II}}{U_I}$$

$$\frac{\cos 60^\circ \cdot \cos\alpha}{\cos\alpha} + \frac{\sin 60^\circ \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{U_{II}}{U_I}$$

egyszerűsítsünk, illetve használjuk fel, hogy:

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2} \text{ és } \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{, illetve } \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \tan\alpha$$

$$\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\tan\alpha = \frac{U_{II}}{U_I} \text{, ebből}$$

$$\tan\alpha = \left(\frac{U_{II}}{U_I} - \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = \left(\frac{1{,}4mV}{1{,}3mV} - \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = 0{,}666$$

$$\alpha = \arctan 0{,}666 = \underline{\underline{33{,}67^\circ}}$$

A –30° és +120° közötti szívtengelyállást <u>normális</u>nak tekintjük.

5. Az előbbiek szerint. Előbb kiszámoljuk U_{II}-t:

$$U_{II} = U_I + U_{III} = 1{,}2mV + \left(-0{,}8mV\right) = 0{,}4mV$$

Majd a fentebb kifejezett képlettel a szívtengely szögét:

$$\tan\alpha = \left(\frac{U_{II}}{U_I} - \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = \left(\frac{0{,}4mV}{1{,}2mV} - \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = -0{,}19245$$

$$\alpha = \arctan\left(-0{,}19245\right) = \underline{\underline{-10{,}9^\circ}}$$

A –30° és +120° közötti szívtengelyállást <u>normális</u>nak tekintjük.