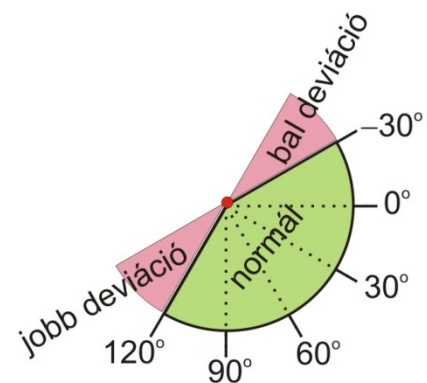


EKG

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 Einthoven szerint mérve $R_I = 1,2$ mV és $R_{III} = -0,8$ mV.

Képletek

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Megoldások

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

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

$$2. \quad f = 75 / \text{perc} = 1,25 / \text{s}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

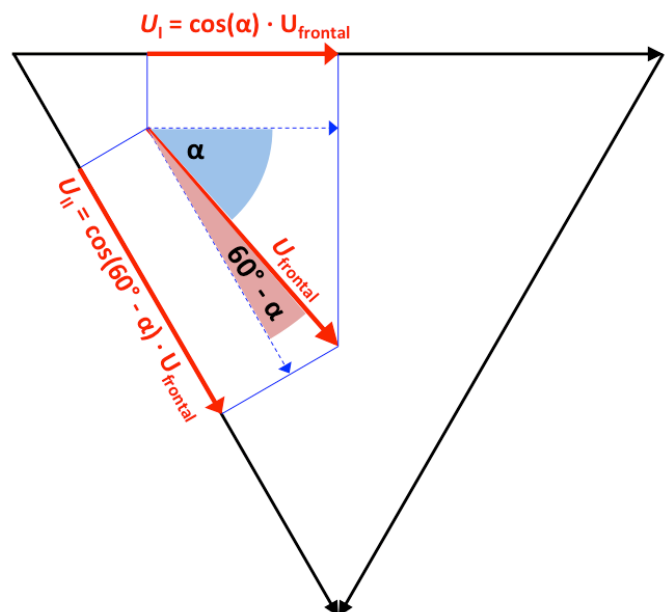
$$U_{II} = U_I + U_{III}$$

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

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):

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

$$\cos(60^\circ - \alpha) = \frac{U_{II}}{U_{\text{frontal}}}$$



ezeket átrendezve meg tudjuk oldani az egyenletrendszert:

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

keresztbe szorozva:

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

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 $+120^\circ$ közötti szívtengelyállást normálisnak tekintjük.

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

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

Majd a fentebb kifejezett képlettel a szívtengely szögét:

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

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

A -30° és $+120^\circ$ közötti szívtengelyállást normálisnak tekintjük.