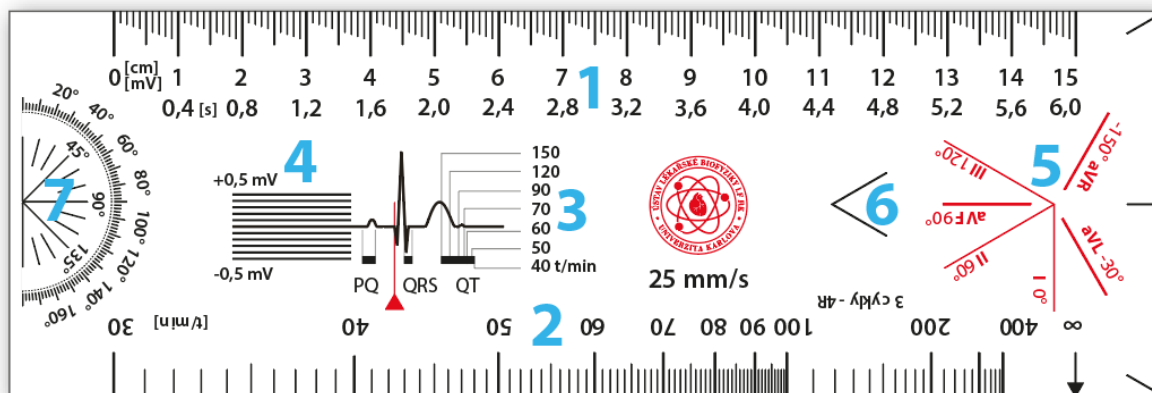


Pravítko pro práci s elektrokardiogramem

určeno pro časový „posun“ 25 mm/s

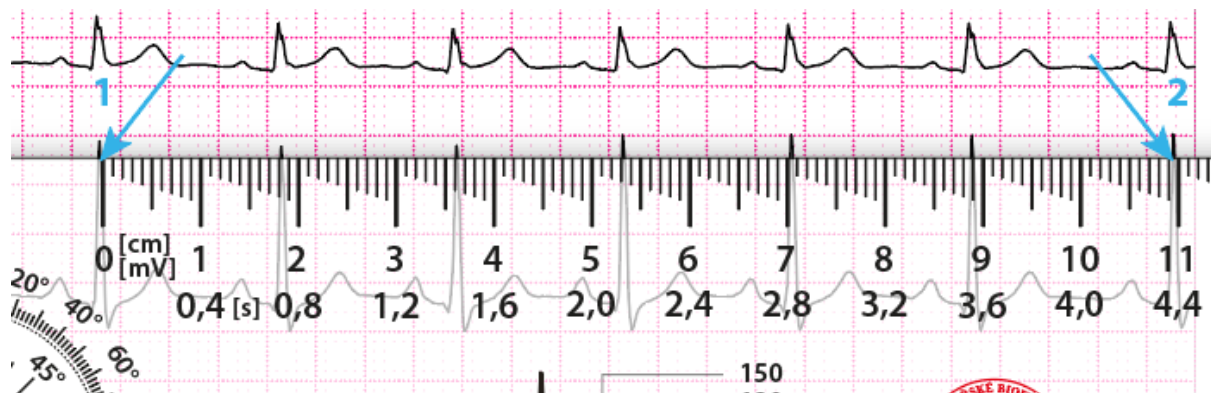
Pravítko (6 x 18 cm) zobrazuje

1. lineární metrickou škálu, která umožňuje měřit vzdálenosti nebo amplitudy (mV) u elektrokardiogramu o napěťové kalibraci 10 mm/mV
2. hyperbolickou škálu, která umožňuje odečítat tepovou frekvenci
3. schematické znázornění elektrické aktivity srdečního cyklu s vyznačením limitů normálních hodnot pro QRS komplex a intervaly PQ a QT
4. amplitudové měřítko pro určení elevací
5. šablonu pro konstrukci elektrické osy srdeční (EOS)
6. úhly projekce končetinových svodů
7. úhloměr určený pro měření sklonu EOS



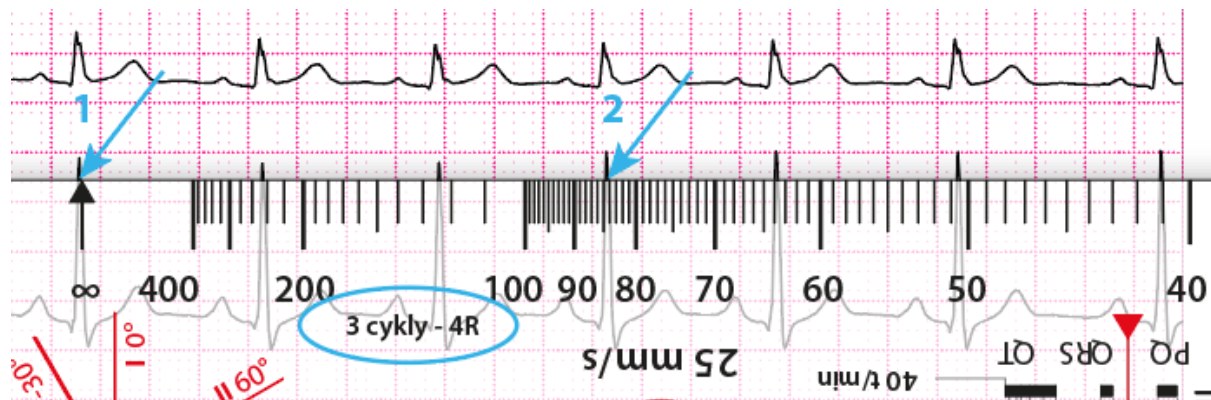
1. Měření časových intervalů

- Počátek lineární škály pravítka nastavíme na začátek měřeného intervalu (modrá šipka 1).
- Pro zvolenou událost odečteme časový interval v sekundách na spodní škále. Jeden milimetr odpovídá 40 ms = 0,04 s. V níže uvedeném příkladu je interval 4,4 s (modrá šipka 2).
- Měřítko lze použít i pro stanovení amplitudy, celočíselné hodnoty odpovídají milivoltům (pro škálu 10 mm/mV).



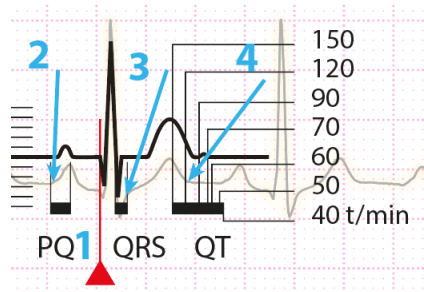
2. Určení tepové frekvence

- Šipku na pravítku (označeno modrou šipkou 1) nastavíme na střed R kmitu v libovolném svodu tak, abychom viděli tři následující srdeční cykly.
- Hodnota odečtená na pravítku pro třetí následující R kmit (modrá šipka 2) ukazuje průměrnou tepovou frekvenci pro tři zvolené cykly. V níže uvedeném příkladu ukazujícím výřez z obrazu pravítka přiloženého na elektrokardiogramu je to 84 tepů za minutu.



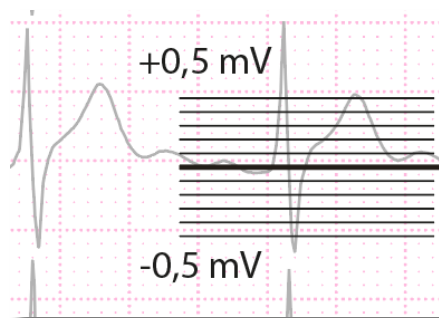
3. Porovnání k fyziologickým normám

- a) Pravítko přiložíme na elektrokardiogram (pro orientaci je podbarven žlutě) tak, aby počátek QRS komplexu a Q kmit na pravítku, označený červeným trojúhelníkem, byly zarovnány.
- b) Počátek P vlny (označen modrou šipkou 2) by u fyziologického EKG měl ležet v černém intervalu pravítka označeném PQ nebo přesně na jeho konci – odpovídá normě pro PQ interval od 0,12 do 0,20 s.
- c) Konec QRS komplexu (označen modrou šipkou 3) by u fyziologického EKG měl ležet v černém intervalu pravítka označeném QRS – odpovídá normě pro QRS komplex od 0,06 do 0,11 s.
- d) Konec T vlny (označen modrou šipkou 4) by u fyziologického EKG měl ležet v černém intervalu pravítka označeném QT před svislou linkou odpovídající aktuální tepové frekvenci (v našem případě 88 tepů za minutu). Hodnoty reprezentují horní limit pro QT interval u mužů (přísnější norma = kratší interval než u žen) podle Hodgese. Pro další hodnoty viz obal pravítka nebo níže.



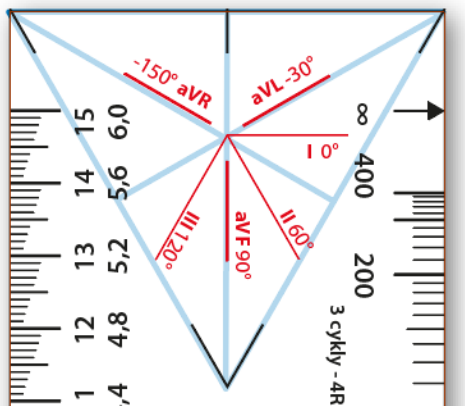
4. Amplitudové měřítko pro určení elevací

Prodloužená amplitudová škála $\pm 0,5$ mV slouží k odečtu elevací, tak jak je naznačeno na obrázku.



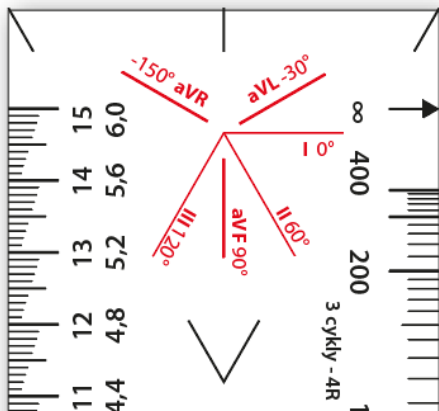
5. Konstrukce rovnostranného trojúhelníku

Pro konstrukci elektrické osy srdeční ve frontální rovině se používá zjednodušený geometrický model, ve kterém je elektrický střed srdce je umístěn do těžiště rovnostranného trojúhelníku. Pro jeho konstrukci lze použít kratší stranu pravítka s vyznačeným vrcholem trojúhelníku. Obrázek níže ukazuje zkonstruovaný modrý trojúhelník překrytý pravítkem.



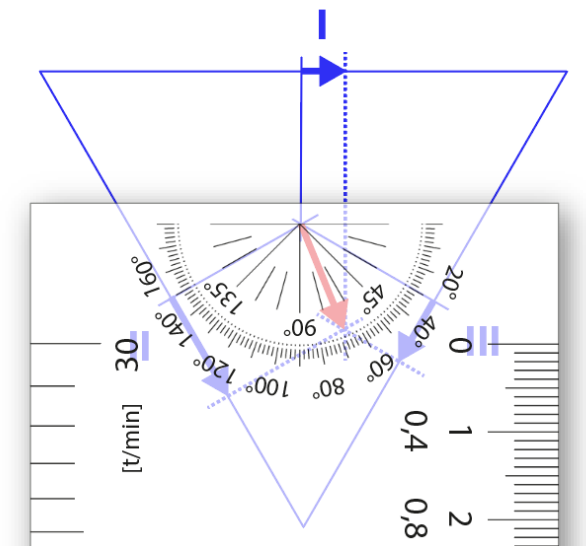
6. Úhly projekce končetinových svodů

Při určování EOS lze vycházet z amplitud a orientací jednotlivých končetinových svodů. Z těžiště označeného rovnostranného trojúhelníku vychází červenou tenkou linkou směry bipolárních a silnou linkou zvýšených Goldbergerových končetinových svodů.



7. Orientace elektrické osy srdeční

Orientaci EOS lze změřit úhломěrem umístěným na kratší straně pravítka. V příkladu uvedeném níže úhrnné amplitudy QRS komplexu odečtené z bipolárních končetinových svodů společně se zjednodušeným geometrickým modelem určují vektor EOS (červená šipka), který svírá úhel 67° s horizontálou.



Zadní strana obálky pravítka

Na zadní straně obalu je vytištěna Tab. 1 s dolními a horními limity pro QT interval. Hodnoty byly odvozené pomocí Hodgesova lineárního vztahu. V našem případě, kdy jsme počítali normy pro jednotlivé tepové frekvence jsme použili upravený vztah $QT = QTcH - 1,75 \cdot (TF - 60)$, kam jsme pro QTcH dosadili podle norem uvedených v Tab. 2. Při volbě algoritmu a norem jsme využili doporučení studie porovnávající korekce podle Bazetta, Fridericia, Framingham a Hodgese (Luo et al. 2004).

Pro srovnání délky QT intervalu s normou stačí naměřenou hodnotu z EKG porovnat přímo s hranicí pro dané pohlaví a tepovou frekvenci v Tab. 1.

Tab. 1

TF [t/min]			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
QT [ms]	Horní limit	muži	518	500	483	452	435	417	400	380	363	345	328	310	293	275	258
		ženy	523	505	488	459	442	424	407	382	365	347	330	312	295	277	260
	Dolní limit	muži	422	404	387	369	352	334	317	299	282	264	247	229	212	194	177
		ženy	439	421	404	376	359	341	324	304	287	269	252	234	217	199	182

Tab. 2

TF [t/min]			<60	60 - 99	>100
QTcH [ms]	Horní limit	muži	465	452	450
		ženy	470	459	542
	Dolní limit	muži	369	369	369
		ženy	386	376	374

Luo, Shen, Kurt Michler, Paul Johnston, and Peter W. MacFarlane. 2004. "A Comparison of Commonly Used QT Correction Formulae: The Effect of Heart Rate on the QTc of Normal ECGs." *Journal of Electrocardiology* 37 (SUPPL.): 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2004.08.030>.

Připravil Ústav lékařské biofyziky ve spolupráci s Ústavem patologické fyziologie Lékařské fakulty v Hradci Králové, Univerzita Karlova a I. interní kardiologickou klinikou Fakultní nemocnice Hradec Králové.
Poděkování za cenné rady a revize náleží MUDr. Janě Langrové, Ph.D., doc. MUDr. Miroslavu Solařovi, Ph.D., doc. MUDr. Petru Pařízkovi, Ph.D.

Verze 2.0, 29. 1. 2025 - © 2025 Jan Kremláček CC BY-NC 4.0