



VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Katedra měřicí a řídicí techniky



Měření tělesné teploty

Diagnostické přístroje pro měření krevního tlaku.

Marek Penhaker

Lékařské diagnostické přístroje



Základní způsoby měření tělesné teploty

1. **Metody dotykové**

Měření teploty tělesného jádra provádí na přístupných místech v blízkosti velkých artérií, která odráží teplotu vnitřního prostředí. Nejčastěji je to v dutině ústní, jícnu, konečníku, pochvě, v podpaždí a pod.

2. **Metody bezdotykové**

Používají pro měření povrchových teplot radiačních teploměrů, založených na detekci infračerveného záření. Každá hmota, jejíž teplota je vyšší než absolutní nula, je zdrojem infračerveného záření a detektor, který měří intenzitu tohoto záření, podává informaci o teplotě určitého místa.



Metody dotykové

- Rtuťové teploměry
- Rtuťový teploměr rychloběžný
- Kovové teploměry
- Elektronické teploměry

Metody dotykové - Rtuťové teploměry



- Řadí se k dilatačním teploměrům, jimiž se určuje teplota na základě teplotní roztažnosti kapalin.
- Lékařský rtuťový teploměr má nad rezervoárem zúženou kapiláru, kam se rtuť může vrátit pouze jejím setřepáním. Jinak zůstává její hladina v kapiláře ve výši odpovídající maximální dosažené teplotě.
- Tento teploměr měří s přesností $0,1^{\circ}\text{C}$ v rozsahu $35 - 42^{\circ}\text{C}$.
- Normální hodnota tělesné teploty člověka 37°C bývá na stupnici vyznačena červeně.



Metody dotykové – Rtuťový teploměr rychloběžný

- Není maximální a umožňuje rychlé průběžné měření teploty i při jejím poklesu.
- Uvedenými teploměry se měří teplota v dutinách, v nichž je teplota nižší než je teplota tělesného jádra.
- Jelikož tyto teploměry mají řadu nevýhod jsou nahrazovány teploměry založenými na principu zapouzdřených chemických látek, které specificky označují předznačenou teplotu.



Metody dotykové – Kovové teploměry

- jsou založené na teplotní roztažnosti kovů se používají pro orientační měření teploty prostředí s přesností 1°C .

Metody dotykové – Elektronické teploměry

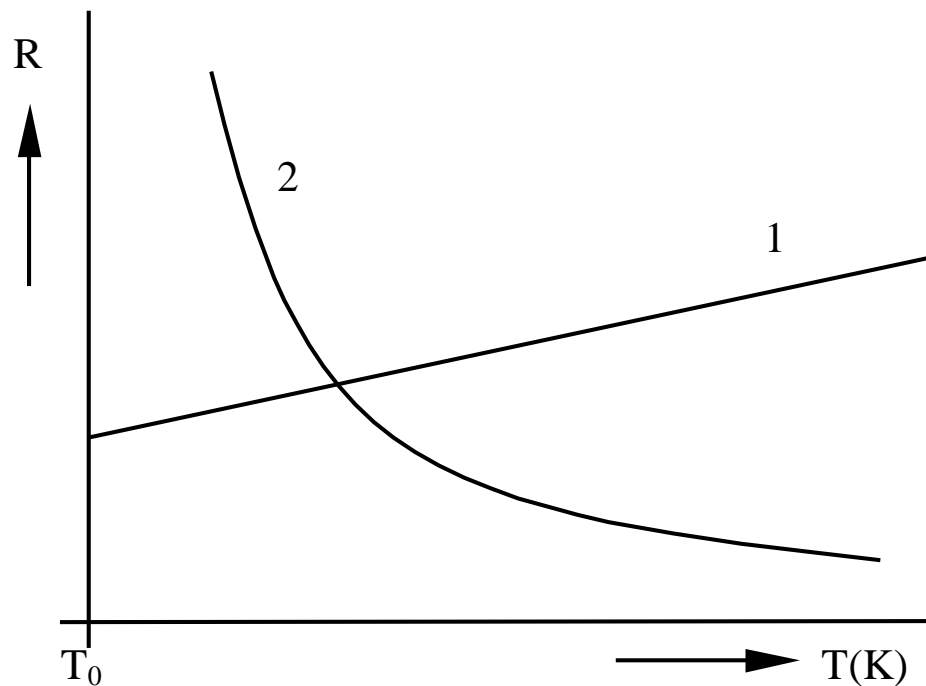


- mají dvě hlavní části: sondu s termočláňkovým nebo odporovým (termistorovým) snímačem a elektronickou vyhodnocovací část
- termoelektrickými články je založeno na termoelektrickém jevu, při němž je měřené elektrické napětí funkcí teploty.

Odporové snímače jsou dvojího typu:

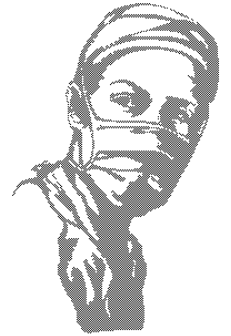
- Odpor termistorového snímače se vzrůstající teplotou klesá a naproti tomu odpor odporového drátu (Pt, Ni) s teplotou roste,
- oproti klasickým rtuťovým teploměrům výhodu hlavně v jejich malé tepelné setrvačnosti

Metody dotykové – Elektronické teploměry



Závislost odporu kovového vodiče (1) a termistoru (2).

Kryochirurgický teploměr



- Rychlý vývoj kryochirurgických přístrojů s kapalným dusíkem jako chladicím médiem si vynutil odpovídající vývoj elektrických a elektronických částí těchto přístrojů a jejich funkční spojení.
- Hlavním cílem vývoje je účinnější destrukce nemocné tkáně (nádoru) při co nejmenším poškození okolní zdravé tkáně.
- Je zřejmé, že v průběhu ničení nemocné tkáně jejím zmrazováním bude hrát významnou roli měření teploty jak zmrazované tkáně, tak i okolní zdravé tkáně.

Historie vývoje kryochirurgických přístrojů a jejich teploměrů



Generace I přístrojů dovoľovala pouze měřit teplotu povrchu zmrazované tkáně měřením teploty kryody, tj. části přístroje, která dotykem s nemocnou tkání provádí její destrukci.

Teplota okolní zdravé tkáně nebyla měřena a proto často docházelo k jejímu poškození.

Historie vývoje kryochirurgických přístrojů a jejich teploměrů



Generace II přístrojů byla již vybavena zvláštním kontrolním teploměrem pro měření teploty okolní zdravé tkáně.

Chirurg mohl včas, blížila-li se její teplota např. 0°C , osobním zásahem zpomalit a přerušit zmrazování nemocné tkáně.

Destrukční teplota tkáně je teplota okolo -13°C .

Historie vývoje kryochirurgických přístrojů a jejich teploměrů



Generace III kryochirurgických přístrojů je rovněž vybavena dvěma teploměry, teploměrem pro měření povrchové teploty nemocné tkáně měřením teploty kryody a kontrolním teploměrem pro měření teploty zdravé tkáně.

Vzájemným zpětnovazebním spojením elektronického obvodu kontrolního teploměru s elektrickým obvodem ovládajícím teplotu kryody, může být zpomalování a přerušování zmrazování nemocné tkáně provedeno automaticky.

Historie vývoje kryochirurgických přístrojů a jejich teploměrů



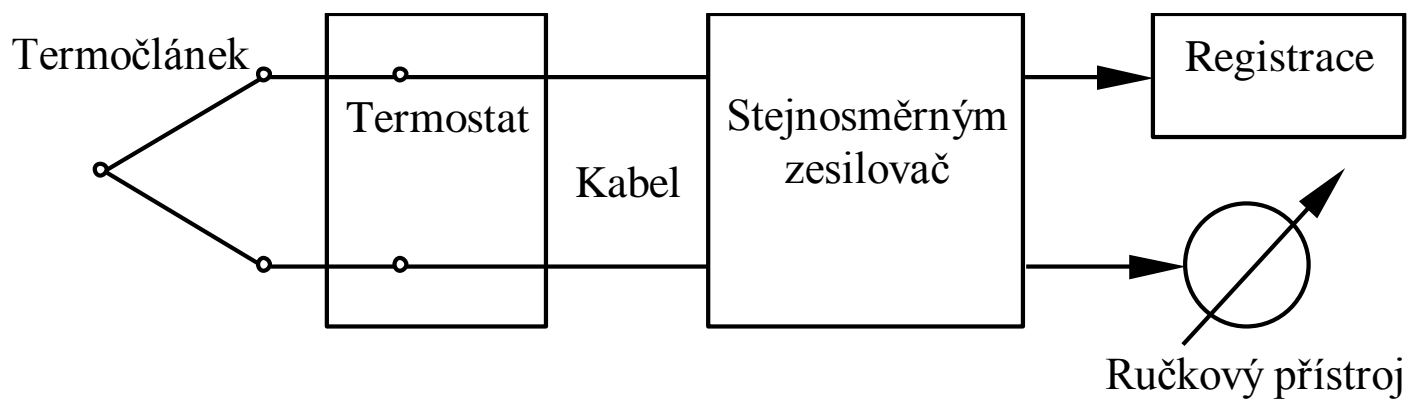
Generace IV přístrojů předpokládá využití počítače k řízení teploty kryody nejen na základě údajů kontrolního teploměru, ale i na základě snímání charakteristických vlastností tkáně.

Charakteristické vlastnosti tkáně ovlivňuje okolní teplota tkáně, prokrvení tkáně, tepelná vodivost a pod. Jestliže se budou snímat některé z uvedených parametrů jak kryody, tak tkání, pak zpracováním těchto údajů počítačem řídicím teplotu kryody bude možné se přiblížit optimálnímu procesu zmrazování nemocné tkáně bez vedlejších účinků na zdravou tkáň.

Kryochirurgický teploměr



Blokové schéma měřiče teploty zdravé tkáně.



Kryochirurgický teploměr



- Termoelektrický článek - měď/konstantan, jehož měřicí spoj je zasazen do hrotu injekční jehly a připájen.
- Hrot jehly se zabodává do toho místa zdravé tkáně, jehož teplota má být „hlídána“.
- Průměr vodičů termočlánu je 0,1mm.
- Vodiče termočlánu vyvedené z jehly jsou chráněny před poškozením kabelovým pláštěm.
- Délka kabelu je 2m.
- Průměr užitých jehel je 0,7 až 1mm, délka jehel je 50 až 150mm.

Kryochirurgický teploměr



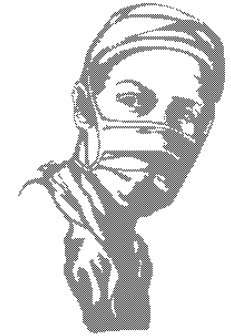
- vyhodnocovacího částí přístroje je stabilní stejnosměrný zesilovač.
- Vstup zesilovače je spojen s termočláňkovým jehlovým snímačem, výstup zesilovače je spojen s ručkovým měřicím přístrojem, jehož stupnice je přímo ocejchována ve °C.
- Svorkové výstupní napětí je 1 V.
- přesnost musí být zajištěna srovnávací teplotou. Touto teplotou může být buď teplota kapalného dusíku (- 196°C) nebo teplota tajícího ledu (0°C).
- Kapalný dusík je uchováván v malém termostatu, kde je ponořen srovnávací (referenční) spoj termoelektrického snímače.

Kryochirurgický teploměr



- Základní rozsah teploměru je -200 až $+50^{\circ}\text{C}$.
- Citlivost je $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ v rozsahu $- 50$ až 50°C .
- Přesnost teploměru $\pm 1^{\circ}\text{C}$ v rozsahu $- 50$ až $+ 50^{\circ}\text{C}$ $\pm 2^{\circ}\text{C}$ v rozsahu -150 až 50°C .

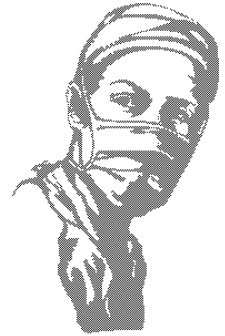
Lékařská termografie



- Termografie v obecném smyslu je mapování teplotních polí na sledované části objektu.
- Lékařská termografie je neinvazivní biofyzikální vyšetřovací metoda využívaná pro měření, registraci a zobrazování teplotních jevů živého organismu.
- Je založena na poznatku, že některé chorobné procesy jsou provázány změnami v emisi infračerveného záření.
- Podle umístění detektorů tepelné energie rozdělujeme termografické metody na:
 - kontaktní
 - bezkontaktní

Lékařská termografie

- kontaktní



- Kontaktní metody jsou založeny na využití vlastností cholesterických kapalných krystalů (CHKK).
- Tyto krystaly mají zvláštní uspořádání molekul v určité spirálové struktuře, která selektivně odráží dopadající bílé světlo - vykazují tzv. selektivní rozptyl.
- Na stoupání spirály má vliv teplota, která mění velikost periody stoupání struktury, mění se vzdálenost mezi vrstvami, a nepřímo úměrně i vlnovou délku odraženého světla.
- Výsledkem vlivu teploty na krystal CHKK je to, že vlnová délka odraženého světla od CHKK je různá a je v souladu s rozložením povrchové teploty krystalu.
- Výsledkem je barevný termogram, kde každé barvě spektra je přiřazen kvantitativní údaj odpovídající teplotě měřeného povrchu.



Cholesterický teplotní indikátor parametry

- citlivostí - tepelný gradient závisí na chemickém složení
- teplotou, při které začíná barevná změna,
- šířkou teplotního intervalu, ve kterém probíhá barevná změna (obvykle 3 až 5°C v rozmezí 29 až 42°C),
- prostorovým rozlišením (dosahuje až 1mm), počtem barev, které je možno v tomto intervalu pozorovat,
- tepelnou inertností (netečností, necitlivostí) - jde o čas, který uplyne mezi změnou teploty a barevnou změnou, např. po odstranění desky z kůže přetrvává barevný obraz na desce asi desetinu sekundy, inertnost je úměrná tloušťce fólie,



Cholesterický teplotní indikátor parametry

- flexibilita (ohebnost) - u termografické desky, je nepřímo úměrná mechanické pevnosti.
- Obraz teplotního rozložení se skládá ze tří barev, plynule do sebe přecházejících:
 - červenohnědé - nejchladnější izotermy,
 - zelené - střední teploty,
 - modré - nejteplejší izotermy.

Lékařská termografie – kontaktní - nátěrová

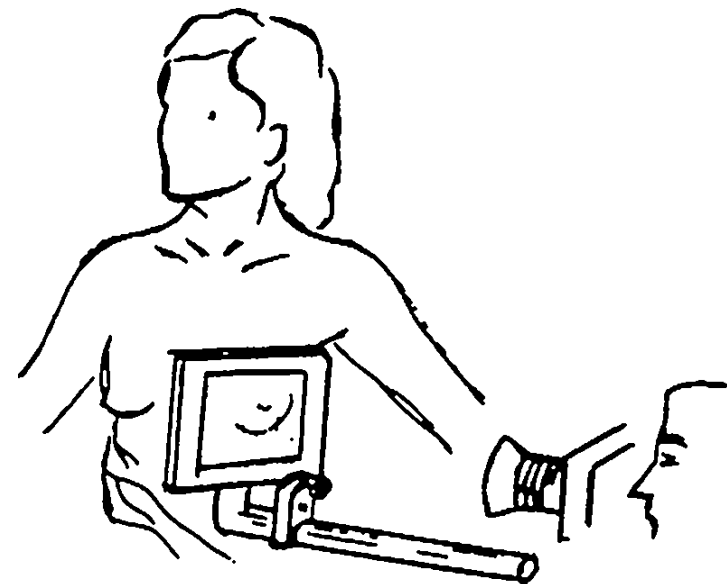


- Na vyšetřovanou část lidského těla se nanáší nejprve podkladový černý lak a na něj několika složková směs CHKK.
- Získaný barevný obraz odpovídá rozložení povrchových teplot v dané oblasti.
- Metoda je velmi jednoduchá a levná, ale vyšetřované osobě přináší určité nepohodlí.

Lékářská termografie – kontaktní - desková



- při ní jsou kapalné krystaly nanесeny mezi dvě fólie z umělé hmoty.
- Termografická deska v rámu je upevněna na společné ose fotokamerou a fotobleskem. Desku vhodnou pro vyšetření je třeba vybrat se zřetelem na požadovaný interval teplot.





Bezkontaktní metody

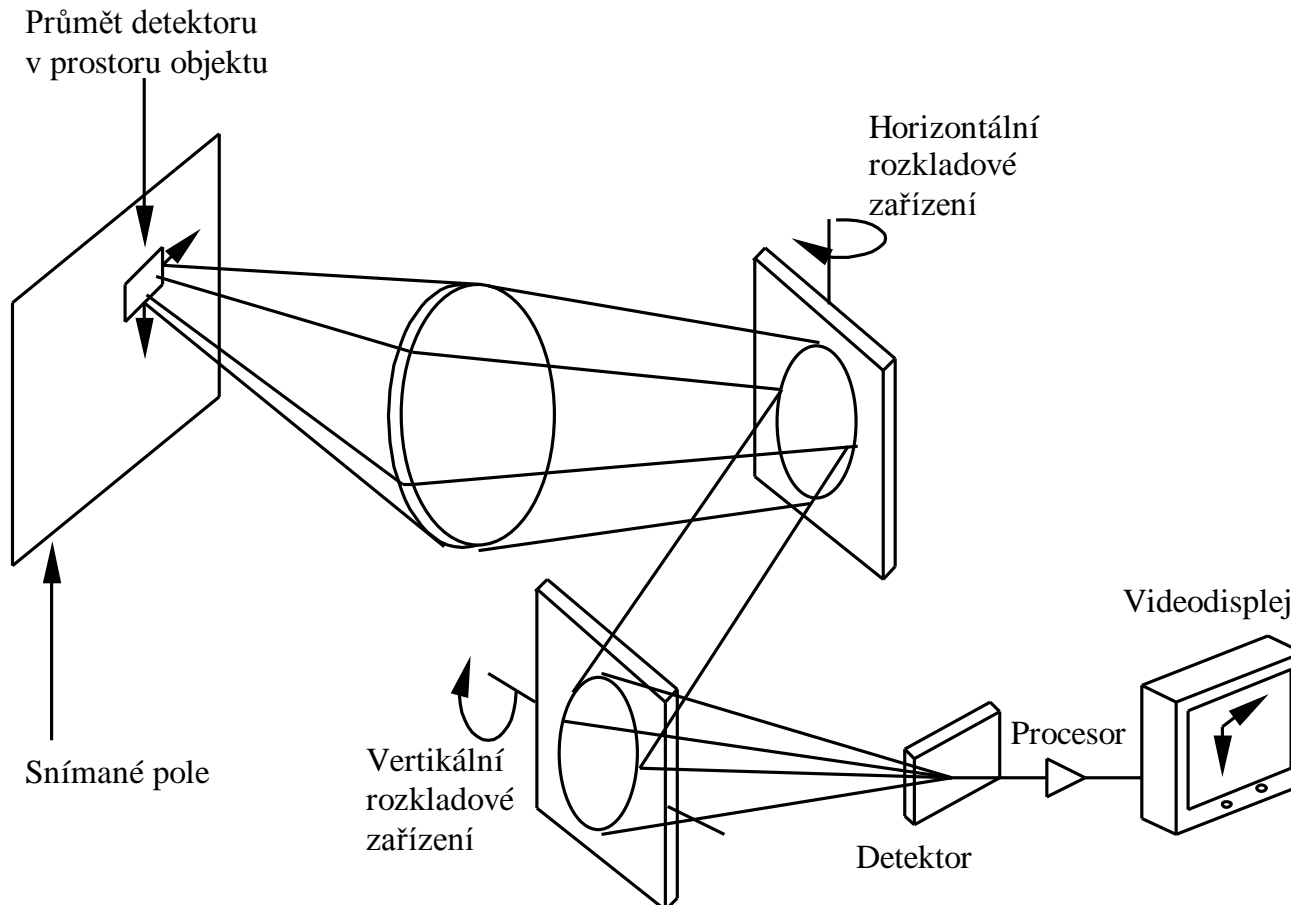
- Tyto metody vycházejí z poznatku, že každý objekt, jehož teplota je větší než absolutní nula, je zdrojem infračerveného záření.
- Podstata metody spočívá v tom, že energie emitovaná z povrchu (spíše zevnitř) se určuje zařízením, které mění radiační energii na jinou měřitelnou formu energie.
- V současnosti jsou to optoelektronické přístrojové systémy (termovize), schopné na dálku registrovat infračervené záření.



Bezkontaktní metody - Radiační teploměr

- Skládá se ze dvou základních jednotek: detektorem, zařízení pro zpracování impulsů a zařízení pro obrazový záznam
- Detektor je určen k přeměně infračervené zářivé energie vlnové délky 2 - 5,6mm na elektrické signály.
- Na zobrazovací jednotce získáme základní černobílý termogram. Chladnější oblasti jsou na obrazovce temné, teplé oblasti jsou bílé.
- Další elektronickou úpravou je možno získat barevný izotermogram, obvykle desetibarevný. Každá barva představuje při zvolené citlivosti 0,1 až 2,0°C teplotní izotermu.
- Izotermy vznikají spojením míst o stejné kožní teplotě a vytvářejí na obrazovce vrstevnice.

Princip termovize





Použití termografie jako vyšetřovací metody

Termografie je zcela neinvazivní metoda a osvědčuje se v mnoha oblastech lékařské diagnostiky.

Používá se :

- k mammografickému vyšetření (diagnostika onemocnění prsu),
- vyšetřování periferních oběhových poruch v klidu nebo zátěži,
- monitorování výsledků léčebných postupů,
- sledování revmatických změn kostí a kloubů.