

**Univerzita Pardubice**  
**Fakulta zdravotnických studií**

**Přesnost měření u rektálních a tympanálních  
teploměrů využívaných na dětském oddělení**

**Bc. Pavlína Niemczyková**

**Diplomová práce**

**2013**

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií  
Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavína Niemczyková**  
Osobní číslo: **Z11211**  
Studijní program: **N5341 Ošetrovatelství**  
Studijní obor: **Ošetrovatelství**  
Název tématu: **Přesnost měření u rektálních a tympanálních teploměrů využívaných na dětském oddělení**  
Zadávací katedra: **Katedra ošetrovatelství**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


1. Sběr informací a studium literatury.
2. Stanovení cílů práce.
3. Stanovení výzkumných otázek a pracovních hypotéz.
4. Stanovení metodiky výzkumu.
5. Realizace výzkumu.
6. Analýza a interpretace získaných výsledků.
7. Kritické zhodnocení výsledků práce.

Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucího  
Rozsah pracovní zprávy: 35 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:


1. ČAJKA, L.; AUGUSTYNEK, M.; KAŠÍK, V. Design and realization of a human body temperature. Lékař a technika, 2008, roč. 38, č. 2, s. 201-202. ISSN 0301-5491.
2. SIEGER, L. Infračervený teploměr v medicíně. Lékař a technika, 2006, roč. 36, č. 2, s. 87-90. ISSN 0301-5491.
3. JANOTOVÁ, M.; POKORNÁ, V. Tympanální měření tělesné teploty. Sestra, 2005, roč. 15, č. 12, s. 24-25. ISSN 1210-0404.
4. PURSELL, E. Tympanic thermometry - normal temperature and reliability. Pediatric nursing, 2009, no. 6, vol. 21, s.40-43. dostupné z: <http://www.deepdive.com/lp/royal-college-of-nursing-rcn/tympanic-thermometry-normal-temperature-and-reliability-N5vVFw33zf>.
5. MUNTAU, A.C. Pediatrie. 4.vyd. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2525-3.

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Eva Hlaváčková, Ph.D.  
Katedra klinických oborů

Datum zadání diplomové práce: 1. října 2012  
Termín odevzdání diplomové práce: 2. května 2013

  
prof. MUDr. Arnošt Pellant, DrSc.  
děkan

L.S.

  
Mgr. Martina Jedlinská  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. března 2013

## Souhrn

Tato diplomová práce nazvaná „Přesnost měření u rektálních a tympanálních teploměrů využívaných na dětském oddělení“ je rozdělena na dvě části – teoretickou a výzkumnou. Teoretická část se zabývá termoregulací člověka, tepelným jádrem, tepelným obalem, tepelným stresem, termogenezí, tvorbou tepla u dětí, mechanismy výdeje tělesného tepla, fyzikálními mechanismy transportu tepla, tělesnou teplotou, měřením tělesné teploty, druhy teploměrů, typy horeček, anatomii zevního zvukovodu, bubínku a konečníku. Ve výzkumné části jsou porovnány výsledky měření teploměrů podle místa měření používaných na dětském oddělení a zkoumány odchylky naměřených hodnot, porovnán jejich uživatelský komfort a cena teploměrů. K měření byly použity teploměry: ušní – elektronický a infračervený, rektální – elektronický a digitální.

Klíčová slova: Ušní teploměry, rektální teploměry, měření teploty

## Summary

This thesis called „Accuracy of rectal and tympanic thermometers used in the pediatric ward“ is divided into two parts – theoretical and experimental. The theoretical part deals with human thermoregulation, thermal core, thermal packaging, thermal stress, thermogenesis, production of heat in children, dispensing mechanisms of body heat, physical mechanisms of transport of heat, body temperature, measurement of body temperature, type of thermometers, type of fever, anatomy of the external ear canal, tympanic membrane and rectum. In the experimental part of the measurement results are compared to place of thermometers used to measure children's department and investigated deviations of the measured values, compared to their user-friendliness and price thermometers. The measurements were taken by thermometers: ear - electronic and infrared, rectal - electronic and digital.

Key words: tympany thermometers, rectal thermometers, measuring temperature

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Přesnost měření u rektálních a tympanálních teploměrů využívaných na dětském oddělení“ vypracovala samostatně, pod odborným vedením Mgr. Evy Hlaváčkové, Ph.D. a Ondřeje Pruska, Ph.D. a v seznamu použité literatury jsem uvedla všechny zdroje.

Byla jsem seznámena, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice, má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle odstavce 60odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním práce v Ústřední knihovně Univerzity Pardubice ke studijním účelům a citacemi dle platných norem.

.....

Děkuji vedoucí bakalářské práce paní Mgr. Evě Hlaváčkové, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Ondřeji Pruskovi, Ph.D, který se podílel na statistickém zpracování údajů. Všem lékařům, sestřám, pacientům a studentkám za umožnění provedení výzkumu na dětském oddělení krajské nemocnice a na kolejích. Díky, patří i mé rodině a přátelům za trpělivost a podporu v průběhu studia.

## Obsah

ÚVOD.....	- 9 -
CÍLE PRÁCE.....	- 10 -
I. TEORETICKÁ ČÁST.....	- 11 -
1 Teplo.....	- 11 -
1.1 Chlad.....	- 11 -
1.2 Termoregulace.....	- 12 -
1.2.1 Tepelné jádro.....	- 12 -
1.2.2 Tepelná slupka.....	- 13 -
1.2.3 Vrozené faktory, tělesná konstituce ve vztahu k jádru a obalu.....	- 14 -
1.2.4 Vztah tepelného jádra a obalu u nemocných osob.....	- 15 -
1.2.5 Starší osoby a malé děti.....	- 15 -
1.3 Tvorba tepla (Termogeneze).....	- 15 -
1.3.1 Třesová termogeneze.....	- 15 -
1.3.2 Netřesová termogeneze.....	- 16 -
1.4 Termogeneze u dětí.....	- 17 -
1.5 Mechanismy výdeje tělesného tepla.....	- 18 -
1.6 Fyzikální mechanismy transportu tepla.....	- 18 -
1.6.1 Kondukcí (přímým kontaktem).....	- 19 -
1.6.2 Konvekcí (prouděním).....	- 19 -
1.6.3 Radiací.....	- 19 -
1.6.4 Evaporací (odpařováním, vypařováním, pocením).....	- 20 -
1.7 Termorecepce.....	- 21 -
1.8 Typy horečky.....	- 21 -
2 Tělesná teplota.....	- 24 -
2.1 Měření tělesné teploty.....	- 25 -
2.1.1 Historie teploměrů a stupnic.....	- 28 -
2.1.2 Vyhláška o rtuti.....	- 28 -
2.2 Druhy teploměrů.....	- 29 -
2.3 Vysvětlení pojmů.....	- 32 -
II. VÝZKUMNÁ ČÁST.....	- 33 -



3 Metodika výzkumu.....	- 33 -
3.1 Zpracování dat.....	- 34 -
3.2 Statisticky testované hypotézy.....	- 35 -
4 Analýza výsledků.....	- 37 -
4.1 Komfort teploměrů.....	- 37 -
4.1.1 Ušní teploměry.....	- 37 -
4.1.2 Rektální teploměry.....	- 38 -
4.2 Analýza naměřených hodnot.....	- 39 -
4.2.1 Ušní teploměry, měření na dětech.....	- 39 -
4.2.2 Ušní teploměry, měření na studentech.....	- 42 -
4.2.3 Ušní teploměry, měření na studentech 5x za sebou.....	- 46 -
4.2.4 Ušní teploměry, měření na mé osobě.....	- 49 -
4.2.5 Rektální teploměry, měření na dětech.....	- 53 -
5 Diskuze.....	- 56 -
5.1 Doporučení pro praxi.....	- 61 -
5.2 Závěr.....	- 61 -
6 Seznam použité literatury.....	- 63 -
7 Seznam použitých zkratk.....	- 68 -
8 Seznam tabulek.....	- 69 -
8.1 Seznam obrázků.....	- 70 -
8.2 Seznam příloh.....	- 71 -
8.3 Seznam fotografií.....	- 71 -
9 Přílohy.....	- 73 -

## ÚVOD

Teploměr je běžnou výbavou každého nemocného člověka. V nemocnicích si život bez něj ani nedokážeme představit. Měření teploty patří mezi nejběžnější činnosti zdravotních sester nebo ošetřovatelek. Dříve byl velmi rozšířen rtuťový teploměr. Jeho výrobu však kvůli jeho jedovaté výplni Evropská unie zakázala. Rtuť a její sloučeniny mají toxické účinky na životní prostředí, živé organismy i člověka. Teploměry vyrobeny před vstoupením vyhlášky v platnost, být používány mohou, přesto jsou v některých nemocnicích zakázány. Na trhu se objevilo mnoho různých druhů teploměrů. Rtuťový teploměr zůstal velmi oblíbený. Jím naměřené hodnoty odpovídají stavu pacienta a byl i cenově dostupnější. Výrobci různých typů teploměrů v příbalových letácích popisují zásady měření a zaručují přesnost většinou s odchylkou  $+0,1/-0,1$  °C. Ne vždy však bývá naměřená hodnota validní.

Zvýšená tělesná teplota je známkou, že v organismu člověka může probíhat patologický proces. U dětí jsou reakce bouřlivější než u dospělého, proto je důležité znát správnou teplotu a případně v čas terapeuticky zasáhnout. Teploměr by měl být přesný, neinvazivní, cenově dostupný a rychlý. V naší zemi je nejběžnější způsob měření pod paží, toto měření je spíše orientační, protože nezměří teplotu tělesného jádra. V anglosaských zemích se často měří teplota v ústech, pro děti není toho měření vhodné. Dále můžeme sledovat teplotu v uchu, rektu, pochvě, třísle, na čele nebo v tělních dutinách. Termoregulační centrum je umístěno v hypotalamu. Zdravý organismus se snaží udržet rovnováhu mezi produkcí a výdejem tepla.

V této práci jsme se zaměřili na porovnávání naměřených hodnot u dětských pacientů. Měřili jsme čtyřmi druhy teploměrů. Dva teploměry pro měření v uchu – elektronický a infračervený a dva pro měření v konečníku – elektronický a digitální. Porovnávány byly teploměry podle místa měření. Zároveň byl sledován komfort měření. Zaměřovali jsme se na manipulaci s teploměry, časovou náročnost měření, nutnost dezinfekce, cenu, reálnost naměřených hodnot. Výzkum byl schvalován etickou komisí krajské nemocnice. Prospektivní studie probíhala od června 2012 do března 2013. Projekt byl financován v rámci studentské grantové soutěže.

# **CÍLE PRÁCE**

## **Cíl teoretické části**

Cílem teoretické části bylo shrnout poznatky týkající se měření tělesné teploty, tvorbou tepla, termoregulaci člověka a druhy teploměrů.

## **Cíl praktické části**

1. Srovnat výsledky měření různých typů teploměrů podle místa měření používaných na dětském oddělení.
2. Zjistit odchylky naměřených hodnot.
3. Porovnat jejich uživatelský komfort a cenu teploměrů.

### Výzkumné otázky:

Budou naměřené hodnoty stejné?

Budou mezi naměřenými hodnotami velké rozdíly?

Bude komfort měření u všech teploměrů stejný?

Budou dražší teploměry kvalitnější?

# I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 Teplo

Člověk patří mezi homoiotermní – teplotokrevné živočichy. K udržení rovnovážného stavu mezi produkcí a výdejem tepla slouží termoregulační mechanismy. Udržení stálé vnitřní teploty je důležité pro zachování aktivity enzymů. Vlivem reflexů regulačních řídicích mechanismů je tělesná teplota u zdravého člověka udržována v rozmezí 37 °C. Zachování stálé vnitřní teploty je životně důležité. Smrtelná denaturace bílkovin v mozku a játrech člověka nastává při přehřátí nad 42 °C. Při změně teploty organismu se změní propustnost cévních stěn, mění se tlaky uvnitř orgánů a tkání, vznikají otoky, mění se elektrická vodivost a funkce orgánů a tkání. (Capko, 1998, Jandová, 2009, Kittar, Mlček, 2009)

Jednotkou tepla je 1J (joule), je to práce, kterou vykoná síla 1N (newton), která působí na dráze 1m ve směru síly. (Jandová, 2009)

Nejvyšší teplota, která člověku neškodí, se nazývá bod tolerance tepla. Závisí na proudění a vlhkosti vzduchu. (Jandová, 2009, Mourek, 2012)

### Horní hranice tolerance tepla – bez klinického poškození:

- Vzduch 100°C
- Sauna 130°C pro suchý vzduch
- Voda 42 °C pro celkovou vodní koupel
- Voda 46 °C pro částečnou vodní koupel končetin
- Písek 55 °C
- Pára 50 °C (Jandová, 2009)

### Dolní hranice tepla:

- Led do -6 °C, max. 1. minutu
- Kryokomory do -180°C, 0,5-3minut (Jandová, 2009)

## 1.1 Chlad

Subjektivní pojem, vše, co má teplotu vyšší než  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (absolutní bod mrazu), má tepelnou energii. (Capko, 1998, Kittar, Mlček, 2009)

## **1.2 Termoregulace**

Termoregulace zajišťuje rovnováhu mezi výdejem a produkcí ve fyziologickém rozmezí. Je to reflexní děj. Hypotalamus zpracovává informace z termoreceptorů a pomocí motorických a sympatických vláken nervů se spouštějí termoregulační mechanismy. Za předpokladu, že by lidské tělo nemohlo teplo vydávat do okolního prostředí, jeho teplota by se v klidovém stavu zvyšovala o  $1\text{-}2\text{ }^{\circ}\text{C}$  za hodinu a došlo by v organismu k poškození orgánů a selhání základních životních funkcí. (Jandová, 2009, Kittar, Mlček, 2009, Mourek, 2012, Capko, 1998, Langmeier, 2009)

Z hlediska termoregulace se lidské tělo skládá z tepelného jádra a tepelné slupky. (Jandová, 2009)

### **1.2.1 Tepelné jádro**

K tepelnému jádru patří všechny orgány s vysokou látkovou přeměnou, jsou to vnitřní orgány lebky, hrudníku, břicha a nejhluběji uložené části končetin. Při bazálním metabolismu je jádro hlavním producentem tepla. V klidovém stavu se produkcí tepla zabývá více jak 70 % celkového základního metabolismu, malý podíl mají i svaly a ostatní tkáně. V celém tělesném jádru není teplota konstantní, ale vyrovnává se vedením mezi sousedícími orgány nebo prouděním krve. Viscerální orgány ochlazuje žilní krev, zároveň však z jater přivádí nejteplejší krev k srdci. V malém krevním oběhu se prouděním upravují místní rozdíly teplot. Teplota tělesného jádra se pohybuje v rozmezí  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $37,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pokud termoregulační mechanismy nestačí teplo odvádět, teplota jádra stoupne. Fyziologické je to při velké zátěži u sportovců, patologické u imunitních obranných procesů s horečkou. Z tělesného jádra do slupky je teplo vedeno pomalu. V případě, že kůže nestačí vydávat teplo a teplota tělesného jádra překročí  $37,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aktivuje hypotalamus centrální mechanismy chránící tělo před přehřátím. Výdej tepla se zvýší roztažením cév na periférii, vypařováním, zrychleným dýcháním a dalšími mechanismy. V případě, že termoregulační mechanismy nestačí unikům

tepla zabránit nebo nezvýší jeho produkci, dojde k poklesu teploty tělesného jádra. (Jandová, 2009, Kittar, Mlček, 2009)

### **1.2.2 Tepelná slupka**

Nazývána také tělesný obal má různou velikost u člověka obézního nebo astenického. Je tvořena kůží, podkožím, tukovou vrstvou a končetinami. Pro tělo představuje velkou tělesnou kapacitu. Vlasy a chlupy teplotu stabilizují lokálně, v celkové tepelné bilanci se moc neuplatňují. Má nižší teplotu než tělesné jádro a teplota tělesného obalu je také méně stabilní. Pokud je člověk zdravý, je ideální rozdíl teplot mezi jádrem a povrchem 4 °C. (Jandová, 2009, Kittar, Mlček, 2009)

#### Teplotní změny na končetinách:

- V končetinách je osový i radiální teplotní spád, vnitřek končetin je v podélné ose prohřátý na 37 °C, pokud je vyšší teplota okolí nebo dochází k nadprodukcii tepla.
- Při podchlazení se izoterma posouvá více do hloubky těla, končetiny jsou chladnější na periferii, velikost jádra se zmenšuje.
- Tepny a žíly probíhají v končetinách v těsné blízkosti. K jádru se vrací částečně ohřátá krev, protože tepny část tepla předávají žilám a naopak žíly odebírají tepnám teplo cestou na periferii. Tento mechanismus umožňuje stálost teploty jádra. (Jandová, 2009, Capko, 1998)

Příjem a výdej tepla je závislý na celkovém i místním prokrvení. Změna průsvitu cév má vliv na přívod tepla do určité oblasti, na propustnost cévy, zásobení kyslíkem, živinami, leukocyty. (Jandová, 2009)

#### Cévní stěna reaguje změnou šíře lumen na:

- lokální koncentraci metabolitů
- pH
- fyzikální vlivy (energie elektrická, magnetická, tepelná)
- podněty sympatiku s alfa a beta receptory
- oxid uhličitý, sirovodík, oxid dusíku – vedou k vazodilataci (Jandová, 2009, Capko, 1998)

### Funkce tepelné slupky:

1. *Tepelný nárazník* – tepelná vodivost. Souvisí s prokrvením. Při prudkém poklesu okolní teploty dodává tělesný obal teplo tělesnému jádru do doby aktivace termoregulačních mechanismů. A při prudkém oteplení zase obal chrání jádro před zvýšením teploty. (Capko, 1998, Jandová, 2009)

2. *Tepelný izolátor* – tělesný obal je proměnlivým izolátorem. V klidu a u nenamáhavé činnosti vede teplo pomalu z jádra do slupky. U léčebných procedur, kdy je aplikováno teplo, se zapojuje konvekce – transport tepla pomocí proudění krve. Tělo teplo přijímá. Krev z periferie ohřívá vnitřní orgány. Mění se elektromagnetické děje a stoupá tepelná vodivost kůže a podkoží až 6x, na ploskách nohou a dlaních stoupá 20-30x. (Capko, 1998, Jandová, 2009)

3. *Sídlo periferních receptorů* – vnímavých receptorů v kůži je pro chlad 250 tisíc a pro teplo 30 tisíc. (Elišková, Naňka, 2007, Jandová, 2009)

4. *Regulátor tělesné teploty* – výměna tepla s okolním prostředím, funkce vypínače tukové vrstvy, vazodilatace i vazokonstrikce cév, svou roli mají i vlasy a chlupy. (Elišková, Naňka, 2007, Jandová, 2009)

### **1.2.3 Vrozené faktory, tělesná konstituce ve vztahu k jádru a obalu**

Pyknik má velké jádro a malý povrch těla. Lépe snáší chladné prostředí, nevdá mu průvan, dobře využívá vlastní teplo, má malou plochu na odpařování, stále větrá. (Jandová, 2009)

Astenik má malé jádro a velký povrch. Hůře udržuje teplotu jádra, rychleji ztrácí teplo, lehce prochladne, má rád vysoké teploty. (Jandová, 2009)

Děti mají větší povrch těla oproti jádru, ztrácí více tepla než dospělý. Kůže a podkoží jsou tenké, tuková vrstva většinou chybí. Stálou tělesnou teplotu těla u malých dětí bez oblečení lze udržet při teplotě okolního prostředí v rozmezí 32 - 34 °C. U starších dětí mezi 8-15 rokem, lze udržet stálou teplotu při velké svalové aktivitě, bez oděvu po dobu 1 hodiny při 28 °C. Dospělý zvládne při maximální svalové aktivitě udržet teplotu při 0 °C po dobu 60 min. Právě narozený novorozenec má známky podchlazení, už při okolní teplotě pod 34 °C. Nedonošený novorozenec snáší nižší teplotu ještě hůř. (Jandová, 2009, Muntau, 2009)

#### **1.2.4 Vztah tepelného jádra a obalu u nemocných osob**

Poruchy termoregulace u osob s neurologickými, metabolickými, hormonálními poruchami. Stavby po operacích hypofýzy, nadledvin, štítné žlázy. Diabetici, osoby po onkologické léčbě. U osob v chronických stádiích nemoci, osob s těžšími klinickými projevy, osob se sníženou pohyblivostí nebo imobilitou může dojít k podchlazení už při poklesu teploty tělesného jádra na 35 - 35,5 °C. Pobyt ve studené vodě 5 - 10 °C, nošení mokrého oděvu za větru při teplotě vzduchu 0 °C vede do pěti minut k podchlazení. (Jandová, 2009)

#### **1.2.5 Starší osoby a malé děti**

Sklon k prochladnutí mají malé děti, staří lidé, osoby s poruchami CNS, lidé teplotně labilní – fyziologicky - v pubertě a v klimakteriu, patologicky - psychosomatické choroby, neurastenické sekundární syndromy. Mají snížený práh vnímání pro chlad. Při horečkách jsou u dětí lepší částečné zábaly oproti zábalům celého těla. Jsou více vnímavé na chlad než dospělý. Při opakovaném nebo dlouhodobém prochladnutí stejného místa může dojít k lokálním postižením výživy, prokrvení a funkčním poruchám (řidiči autobusů a nákladních aut – „bolestivé rameno“, paréza nervus facialis). (Muntau, 2009, Jandová, 2009)

### **1.3 Tvorba tepla (Termogeneze)**

#### **1.3.1 Třesová termogeneze**

Objevuje se v klidu za chladného počasí nebo u prudkého vzestupu tělesné teploty u horečky. Hypotalamus je informován o poklesu teploty, stimulací extrapyramidového systému se zvýší tonus svalů a aktivují se motoneurony, to způsobí mimovolnou svalovou aktivitu – tzv. chladový třes. Pokud chlad přetrvává delší dobu, třes postupně vymizí a jsou aktivovány jiné mechanismy. Svalový třes je pro tělo nevýhodný, protože není zahříváno tělesné jádro, spotřeba kyslíku je zvýšená a je zatěžován kardiovaskulární systém u dětí a starých lidí. Proto u nich není vhodné náhlé ochlazení celého těla, u starých osob by mohlo dojít k selhání kardiovaskulárního aparátu. Svalový mimovolní třes je nejdůležitějším přídatným mechanismem produkce tepla. (Jandová, 2009)



### 1.3.2 Netřesová termogeneze – v klidu převládá metabolická, chemická termogeneze.

#### Zdroje produkce tepla v klidu:

- bazální metabolismus – všechny elektrofyzikální a biochemické děje uvnitř buněk
- příjem potravy – skladba potravy, zpracování potravy vnitřními orgány
- endokrinní vlivy – hormonální (Jandová, 2009)

Při velké fyzické zátěži se tělesná teplota zvyšuje o 1-2 °C. Kosterní svaly při práci produkují 75-90 % tepla, samy využijí 40 % a zbytek je rozveden krví do celého těla. (Jandová, 2009)

Bazální metabolismus – přeměna energie v buňkách, v klidu je hlavním zdrojem tepla.

#### Vnější vlivy působící na bazální metabolismus a termoregulaci:

- bazální metabolismus zvyšují vysoké teploty okolního prostředí, díky zvýšeným nárokům na kardiovaskulární systém
- příjem tepla ze slunečního záření
- radiace předmětů do prostředí
- ze země (Jandová, 2009)

#### Vnitřní vlivy působící na bazální metabolismus a termoregulaci:

##### Bazální metabolismus závisí na:

- povrchu těla
- věku – děti mají bazální metabolismus vysoký, termoregulace je labilnější. U seniorů je normální teplota nižší, mají sníženou kontrolu nad termoregulací.
- pohlaví – u žen je nižší
- aktivité hormonů – snížený metabolismus u poruchy štítné žlázy, hypofýzy. Estrogen v době ovulace zvyšuje teplotu.
- činnosti nadledvin – adrenalin a noradrenalin reguluje a zvyšuje metabolismus
- teplotě – zvýšení tělesné teploty o 1 °C, zvýší metabolismus o 7 %
- potravě – teplá jídla zvyšují metabolismus, hladovění snižuje
- svalové aktivitě – práce nebo cvičení zvýší metabolismus 16-20x, tělesná teplota se zvýší až o 1,5 °C. (Jandová, 2009, Mikšová a kol., 2006, Muntau, 2009)

Kalorigenní hormony (tyroxin, glukagon, katecholaminy) regulují bazální metabolismus, zvyšují produkci tepla. Regulace tepla navozená tyroxinem nastupuje a odeznívá postupně, produkci tepla může až ztrojnásobit. Adrenalin a noradrenalin zvyšují intracelulární metabolismus, a tak bezprostředně zvyšují produkci tepla o 25-50 %. Kojenci mají mezi lopatkami tzv. hnědý tuk, který se podílí na metabolické termogenezi. (Jandová, 2009, Muntau, 2009)

## 1.4 Termogeneze u dětí

### *Nedonošené dítě*

Jeho povrch těla je oproti jádru velký, má zvýšené ztráty tepla. Nemá dostatečně vyvinut bazální metabolismus, svalovou hmotu a CNS. Vývoj termoregulace je oproti zralému dítěti opožděný. (Muntau, 2009, Jandová, 2009)

### *Novorozenec*

Nemá stálou tělesnou teplotu, protože ještě nemá vyvinutou termoregulaci. Už při poklesu teploty okolí pod 34 °C může dojít k podchlazení. V 18. století se křest dítěte přestal provádět ponořením novorozence do vody, zůstalo se u symbolického pokropení hlavičky miminka. K udržení teploty sloužily a doposud slouží zavinovačky. (Muntau, 2009, Jandová, 2009)

### *Kojenec*

Termoregulace se vyvíjí zároveň s vnitřními orgány. Vznik tepla je závislý na zpracování potravy. Mezi 6. - 9. měsícem končí vývoj termogeneze. (Muntau, 2009, Jandová, 2009)

Významným orgánem termogeneze u dětí je hnědá tuková tkáň. Nedonošenci mají této tkáně málo. Produkce tepla se pohybuje okolo 10 %. Teplo se uvolňuje oxidací mastných kyselin ve spánku nebo v klidu. Objevuje se na zádech, mezi lopatkami. Do jednoho roku tkáň zaniká. (Muntau, 2009, Jandová, 2009)

Tepelnou vodivost snižuje podkožní tuková vrstva. Ochranná vrstva tuku o síle 1mm představuje izolant rovnající se 1,5 °C, tzn., že tuková vrstva se chová jako by okolní teplota byla o 1,5 °C vyšší. Chlupy a vlasy snižují příjem i ztráty tepla a udržují pod sebou stálou teplotu. (Jandová, 2009)

## 1.5 Mechanismy výdeje tělesného tepla

- *výdej tělním povrchem* – nejdůležitější složka, je to 50-80 % výdeje, závisí na poloze těla. Při vstupu člověka do teplotně jiného prostředí jsou na kůži největší výkyvy v teplotě, teplota v konečniku zůstává stejná. Vztah teploty kůže k teplotě okolí je geneticky podmíněn. Teplota vzduchu je o pár stupňů menší než teplota kůže. Při zvýšení teploty vzduchu o 2 °C se do hodiny zvýší i teplota kůže o 2 °C a naopak. Na částech těla nepokrytých oblečením dochází k větším ztrátám tepla do doby, než bude kožní teplota o 6 °C vyšší než okolní prostředí. Okrajové části těla a obličej lépe snáší kolísání teplot. (Kittnar, Mlček 2009, Jandová, 2009, Capko, 1998, Langmeier, 2009)
- *Dýcháním* - vlhkost vydechovaného vzduchu je 40-70 %, v přírodě je vyšší, ve městech menší. Na evaporaci se podílí v 10-15 %. Při vlhkosti vzduchu 50 % ztratíme v klidu 5- 14g vody za hodinu., za den je to asi 250ml vody. Vydechovaný vzduch obsahuje vodní páru. V chladném prostředí musí plíce odpařovat více páry než v teplém. (Jandová, 2009, Capko, 1998)
- *Močí* – 900 – 1500ml/den
- *Stolicí* – 150ml/den (Jandová, 2009)

## 1.6 Fyzikální mechanismy transportu tepla

Výměna tepla probíhá čtyřmi základními způsoby:

- *Kondukcí* – vedením, transport probíhá přímým kontaktem mezi pevnými látkami
- *Konvekcí* – prouděním u plynů a tekutin
- *Radiací* – sáláním, vyzařováním
- *Evaporací* – odpařováním u tekutin a kovů, pocením u člověka (Jandová, 2009, Mourek, 2012, Kittar, Mlček, 2009, Capko, 1998)

Kondukcce a konvekce probíhá převážně uvnitř těla, radiace a evaporace probíhá mezi tělem a okolím. Transport tepla probíhá mezi tělesným obalem a jádrem a mezi tělesným obalem a zevním okolím. Ve vzduchu ztrácí člověk teplo v klidu 15 % konvekcí, 60 % radiací, 19 %

evaporací a zbytek kondukcí. U teplého vnějšího prostředí dojde k vazodilataci cév na periférii a vazokonstrikci v jádru těla. Zvyšuje se puls a krevní tlak, stoupá bazální metabolismus. Následně fyziologické funkce klesají, extracelulární tekutina a lymfa se přesune do cév, objem krve se zvýší. (Jandová, 2009, Capko, 1998)

### **1.6.1 Kondukcí (přímým kontaktem)**

*„Kondukcce je převod tepelné energie přímým kontaktem z místa vyšší teploty na místo s nižší tepelnou energií.“ (Jandová, 2009, str. 77)*

Pevná tělesa se musí dotýkat, dochází k předání energie sousedících částic. Uplatňuje se u předmětů s dobrou tepelnou vodivostí. Kondukcce naráží na vnitřní a vnější odpor tzn. na odpor tělesného obalu a odpor obalové vrstvy předmětu. Oblečení má izolační schopnost, umožňuje výdej tepla pouze kondukcí. Kondukcce je v těle propojená s konvekcí, navazuje na ni. (Jandová, 2009, Capko, 1998)

### **1.6.2 Konvekcí (prouděním)**

*„Konvekce je předání tepla prouděním, reprezentují ji plyny a tekutiny, tj. okolní vzduch a voda.“ (Jandová, 2009, str. 78)*

V běžné denní činnosti ztrácí člověk prouděním asi 15 % tepla z celkové ztráty za den. Přenos tepla ve vzduchu se děje pomocí proudění, vzduch má malou tepelnou vodivost. Přilnavá vrstva vzduchu kolem člověka se prohřeje, stoupá vzhůru a je nahrazena studenými částicemi vzduchu. Proudění je ovlivněno rozdílností teplot vzduchu a kůže. (Jandová, 2009, Capko, 1998)

### **1.6.3 Radiací (zářením, sáláním)**

V povrchových vrstvách těla se vyprodukované teplo mění na infračervené záření. Nahý, ležící člověk ztrácí až 60 % radiací, při teplotě okolí 20 °C, záleží také na vlhkosti vzduchu, teplotě těla a zpětném tepelném záření. U vzrůstu teploty okolí o 1 °C je výdej tepla vyšší o 10%. Při fyzické námaze klesá výdej radiací a větší částí se podílí evaporace. Výdej tepla radiací je

závislý na poloze člověka – v dřepu je to 45-50 %, v sedu 70 % a ve stoje 80 %. Okolní předměty mohou taky vyzařovat teplo, vliv na to mají i barvy. Z celkového slunečního záření odráží kůže bělocha až 45 %, záleží na stupni pigmentace, u černocho je to 16-19 %. U infračerveného záření není mezi černochem a bělochem rozdíl. (Jandová, 2009, Capko, 1998)

#### **1.6.4 Evaporací (odpařováním, vypařováním, pocením)**

U člověka se děje v respiračním a kožním systému. Vodivost tepla je na kůži 30x větší než ve vzduchu. Při běžných denních aktivitách ztrácíme pocením 25 % tepla. V horkém prostředí je to až 70 %. Pocení spouští CNS a hypotalamus, jež reagují na podmínky z receptorů kůže a zvýšenou jadernou teplotu. Nejvíce potních žlázek je na dlaních, ploskách nohou, hlavě. Nejvíce potu se však vyprodukuje na šíji, zádech, čele a dlaních. Pocení začíná na okrajových částech dolních končetin a postupuje vzhůru. V případě, že se pot nevypařuje, ale stéká po těle nebo se utírá, ke ztrátě tepla nedochází, ale dochází ke ztrátě tekutin. Vylučování potu zvyšuje vzestup teploty okolí (termické pocení), emocionální stav (mentální pocení), fyzická námaha, nevolnost, zvracení, mdloba, hypoglykemie a užití překořeněných jídel (chuťové pocení). Rozlišujeme dva druhy potních žláz. Ekkřinní a apokřinní žlázy. Apokřinní žlázy jsou v axile, v okolí prsních bradavek, u žen v mons pubis a labia majora. Sekrece je ovlivňována adrenalinem. Je vylučována hustá přilnavá tekutina s charakteristickým zápachem. Ekkřinní žlázy se vyskytují na celém povrchu těla s výjimkou rtů, clitorisu, glans penis. Vyloučená tekutina je řídká, obsahuje 99 % vody a ve zbývajícím jednom % se vyskytuje NaCl, v závislosti na funkci nadledvin, dále urea, cukr a při cvičení i kyselina mléčná. (Jandová, 2009, Capko, 1998, Elišková, Naňka, 2007)

#### *Perspiratio insensibilis (neznatelné pocení)*

Přechod vody přes kůži, na kterém se neúčastní potní žlázy. Průměrné denní ztráty jsou 600ml. (Jandová, 2009, Capko, 1998)

#### Množství potu ovlivňuje:

- teplota kůže a krve
- věk – staří lidé se méně potí
- doba pocení

- denní doba – dopoledne je pocení menší než odpoledne
- pohlaví – muži se potí více
- tělesná stavba člověka – obézní se potí 3x více
- fyzická aktivita
- funkce endokrinního systému
- stav autonomního nervového systému – hypertonici se potí více
- vliv psychiky
- vlhkost vzduchu
- proudění vzduchu (Jandová, 2009, Capko, 1998, Mourek, 2012)

#### Pocení ovlivňuje:

- teplota kůže vůči okolí
- parciální tlak vodní páry ve vzduchu
- proudění vzduchu, rychlost proudění vzduchu (Jandová, 2009, Capko, 1998)

## **1.7 Termorecepce**

*Krauseho tělíska* – jsou určeny pro vnímání chladu, je jich více než 250 tisíc. Jsou v povrchnějších vrstvách kůže, než ostatní receptory. (Janotová, 2009, Elišková, Naňka, 2007)

*Rufiniho tělíska* – receptory pro vnímání tepla, je jich zhruba 30 tisíc. (Janotová, 2009, Elišková, Naňka, 2007)

*Volná nervová zakončení* – vnímání tepla i bolesti. (Janotová, 2009, Elišková, Naňka, 2007)

## **1.8 Typy horečky**

Tepelný stres může u člověka probíhat dvojím způsobem, buď je tělesná teplota snížena, např. u podchlazení a omrzlin. Nebo je tělesná teplota zvýšená z důvodu pracovní hypertermie, konstituční hypertermie, úpalu, úžehu a horečky. Z naměřené vysoké hodnoty tělesné teploty nelze posuzovat závažnost onemocnění, zároveň její pokles nemusí znamenat, že je dotyčný vyléčený a přechází do rekonvalescence. Již před vynálezem antibiotik a kortikoidů,

se kolísání teploty pečlivě zapisovalo a z charakteru teplotní křivky se mohlo diagnostikovat onemocnění. (Langmeier, 2009)

*Intermitentní horečka – febris intermittens (střídavá horečka)*

Období vysoké horečky se střídá s obdobím normální teploty během jednoho dne. Vyskytuje se u některých novotvarů, septických stavů, zánětu žlučníku, zánětů ledvinné pánvičky. Pokud se horečka vyskytuje obden, je označována jako terciána. Jako kvartána je označována horečka s dvěma dny bez horečky. (Langmeier, 2009, Mikšová a kol., 2006)

*Remitentní horečka – febris remittens (kolísavá horečka)*

Během dne teplota kolísá i o 3 °C, naměřené hodnoty se vždy pohybují nad 37 °C. Objevuje se u hnisavých procesů, těžkých infekcí. (Langmeier, 2009, Mikšová a kol., 2006)

*Rekurentní horečka – febris recurrens (návrtná horečka)*

Horečka se střídá s obdobím normální teploty, které trvá 1-2 dny. Typická je u návratného břišního tyfu a malárie. (Langmeier, 2009, Mikšová a kol., 2006)

*Kontinuální horečka – febris continua (přetrvávající horečka)*

Nad 38 °C s denními výkyvy max. o 1 °C. Často je u streptokokových onemocnění, virových onemocnění, pneumonie, břišního tyfu. (Langmeier, 2009, Mikšová a kol., 2006)

*Dvoufázová horečka – febris bifasica*

Horečka se vyznačuje dvěma vrcholy, mezi nimi je několikadenní období bez horečky. Vyskytuje se u virových neuroinfekcí. (Chrobák, 2007)

*Vlnivá horečka – febris undulans*

Teplota stoupá během několika dnů a po dosažení maximální hodnoty opět klesá. Období bez teploty může trvat několik dnů a pak přichází nová vlna. Objevuje se u Hodgkinově a Bangově chorobě. (Chrobák, 2007)

Klinické příznaky horečky se v průběhu mění. Na začátku má nemocný pocit chladu, tachykardii, třesavku, napětí svalů. Třesavka zatěžuje kardiovaskulární systém, představuje velkou fyzickou práci. U starých lidí a malých dětí může být vyčerpávající. Zátěž organismu zmírníme teplými nápoji a přikrývkami. Třesavky nebývají u systémových chorob pojava,

nádorových onemocnění a alergických reakcí. U streptokokových onemocnění, pneumonie, chřipky se vyskytne jen jednou a už se neopakuje. Opakující se třesavky jsou u sepsí a malárií. Kůže je studená, bledá, nehtová lůžka jsou cyanotická. Nepotí se, tělesná teplota stoupá...V průběhu má pacient pocit žízně, sucho v ústech, trpí nechutenstvím, nauzeou, slabostí, bolestí svalů, ospalostí. Jeho kůže je teplá na dotyk. Může se vyskytnout herpes na rtech. U malých dětí se mohou vyskytnout febrilní křeče. Při ústupu horečky má pacient narůžovělou, teplou kůži. Hodně se potí, proto může být dehydratován. (Muntau, 2009, Jandová, 2009, Mikšová a kol., 2006)



## 2 Tělesná teplota

Je výsledkem mezi produkcí a výdejem tepla. Neutrální termická zóna je rozsah teplot, kdy je udržována stálá teplota bez sekrece potu a bez dodatečné produkce tepla, nejsou stimulovány chladové ani tepelné receptory. U nahého člověka v klidu je to kolem 30 °C. Za normálních okolností je tělesná teplota relativně stálá. Pohybuje se v rozmezí 0,6 °C od průměrné teploty. (Capko, 1998, Chrobák, 2007, Jandová, 2009, Kittnar, Mlček, 2009, Mourek, 2012, Richards, Edwards, 2004, Workman, Clare, 2006, Čajka a kol., 2008)

### Teplotu ovlivňuje:

- dlouhodobé působení tepla, chladu
- popáleniny
- infekce
- léky
- krevní deriváty
- cvičení
- hormony
- poškození mozkového kmene, hypotalamu (Workman, Clare, 2006)

### *Hypotermie*

Je snížená tělesná teplota pod 35 °C. Může nastat u velkého výdeje tepla nekrytého produkcí (opilý člověk v mrazu) nebo nedostatek tepla u těžce nemocných. Při teplotě jádra 26-28 °C nastává fibrilace srdce a smrt. (Workman, Clare, 2006, Jandová, 2009)

### *Normotermie*

Fyziologická hodnota u zdravých jedinců se statisticky pohybuje mezi 36-36,9 °C. (Workman, Clare, 2006, Mourek, 2012)

### *Subfebrilie*

Zvýšená teplota může znamenat začátek patologické reakce. Pohybuje se v rozmezí 37-38 °C. (Workman, Clare, 2006, Mourek, 2012)

### *Hypertermie*

Je vysoká tělesná teplota nad 38 °C. Objevuje se při přetížení vnitřních mechanismů. Výdej tepla je snížený. Je ochranným dějem na počátku infekčního onemocnění. Aktivují se leukocyty, fagocytóza, nespecifické imunitní reakce a další složky. V prvních dvou až třech dnech může neuvážené snižování horečky spíše ublížit. V případě, že je vyšší než 39 °C, doporučuje se jí snížit. Vhodné jsou studené obklady na končetiny, omývání chladnou vodou. Podání antipyretik. Přehřívání organismů není hlavně u dětí vhodné. Pokud horečka klesá, měly by děti být přikryty lehkou přikrývkou, pít chladné nápoje, být v chladnější místnosti, aby přebytečné teplo mohlo odcházet. V průběhu horečky je třeba pamatovat na příjem tekutin, nároky organismu jsou zvýšené, proto může především u dětí snadno dojít k dehydrataci. (Workman, Clare, 2006, Jandová, 2009, Capko, 1998, Langmeier, 2009)

### *Febris*

Horečka v rozmezí 39 – 41 °C. Do 41 °C tělo krátkodobě tento stav snáší. (Langmeier, 2009, Jandová, 2009)

### *Hyperpyrexie*

41 - 42 °C Pokud nejsou mechanismy ochlazování dlouhodobě efektivní, selhávají základní fyziologické funkce, objevuje se delirium, křeče a může nastat smrt mozku v důsledku degradace bílkovinných složek uložených intracelulárně. (Jandová, 2009)

## **2.1 Měření tělesné teploty**

### *V ústech*

Obvyklé spíše v anglosaských zemích. Je snadno přístupné měření. Umožňuje zjistit změny centrální teploty, protože čidlo teploměru je umístěno nad podjazykovou tepnou. Není vhodný způsob měření u nemocných v bezvědomí, zmatených, oblužených, neklidných, s křečovými stavy, poraněním nebo bolestí úst a u dětí. Naměřenou hodnotu ovlivňuje dýchání, kouření, příjem teplých nebo studených tekutin nebo jídla. Naměřená hodnota bývá o 0,3 °C vyšší než v axile. Fyziologické hodnoty jsou 35,8 – 37,5 °C. (Workman, Clare, 2006, Mourek, 2012, Chrobák, 2007, Mikšová a kol., 2006)

### *V rektu*

Rektum je terminální částí tlustého střeva. Rozlišujeme na něm 2 části, ampula recti je asi 10cm dlouhý, horní, rozšířený úsek. Canalis analis je 2-4 cm dlouhý, dolní úzký úsek. Konečník je složen ve 3 poloměsíčité, příčné řasy – horní, střední a dolní. Svalovou hrází (diafragma pelvis) prochází canalis analis a ústí v anus. Sliznice je složena ze silných vrstev. Vhodné pro měření dětí a v bezvědomí, relativně přesné, v dnešní době se využívá méně než v minulosti, bylo nahrazeno tympanickým měřením, ukázalo se, že toto měření je stejně přesné, ale méně nákladné. Nevhodné u osob s poraněním konečníku, po operaci konečníku a s infekčním onemocněním. Může být nepříjemné pro pacienta. Toto měření je považováno za zlatý standard. Ovlivnění naměřené hodnoty z okolního prostředí je bezvýznamné. Hodnota je o 0,5 °C vyšší než v axile. Fyziologicky naměřené hodnoty jsou 36,2 – 38,1 °C. (Workman, Clare, 2006, Mourek, 2012, Chrobák, 2007, Mikšová a kol., 2006, Carr a kol., 2011, Smitz a kol., 2008, Elišková, Naňka, 2007)

#### *V podpaží*

Hlavní výhodou je neinvazivnost měření. Není to přesný způsob měření, neměří se teplota tělesného jádra. Kožní teplota se mění v závislosti na okolním prostředí. Měření trvá delší 7-10 min. Přítomnost sestry po dobu měření je nutná u kojenců, batolat, u nemocných v bezvědomí a u lidí, kde máme podezření na simulaci. U nás je to nejčastější způsob měření. Fyziologické hodnoty: 35,3 – 36,9 °C. (Workman, Clare, 2006, Mourek, 2012, Chrobák, 2007, Mikšová a kol., 2006, Rubia- Rubiaa a kol., 2011, Khorshid a kol., 2004)

#### *V uchu*

Měří centrální teplotu, díky blízkému anatomickému uložení hypotalamu a bubínku a jejich společnému cévnímu zásobení. Bubínek uzavírá zevní zvukovod a odděluje zevní a střední ucho. Svírá s přední stěnou zvukovodu ostrý úhel a se zadní stěnou bubínku tupý úhel. Střed je nálevkovitý, okraj zesílený. Střed je srostlý s rukojetí kladívka. K relativně stálé teplotě v uchu přispívají cévní arterio – arteriální a arterio- venozní anastomózy. Průměrná teplota je 36,8 °C. Měření je rychlé a lehce dostupné. Nedoporučuje se u nemocných se zánětem středního ucha, po operacích ucha. U lidí s ušním mazem nebo tělní tekutinou ve zvukovodu. U nedoslýchavých je nutné odstranění naslouchadla 10 min. před měřením. U dětí do 3let se musí ušní lalůček povytáhnout dolů a dozadu, u dětí nad 3 roky nahoru a dozadu, je to dáno odlišnou anatomií ucha. (Workman, Clare, 2006, Mourek, 2012, Mikšová a kol., 2006, Janotová, Pokorná, 2005, Pursell, 2009, Betta a kol., 1997, El-Radhi, Patel, 2006, EL-Radhi,

Barry, 2006, Khorshid a kol., 2004, Mankekar, 2007, Shibasaki a kol., 1998, Sieger, 2006, Elišková, Naňka, 2007, Mejzlík, Pokorný, 2007)

### Rozdíly mezi dospělým a dětským zvukovodem

Během růstu jedince mění zevní zvukovod a bubínek svůj tvar. Bubínek novorozence je ve srovnání s dospělým uložen horizontálně. Se stěnami zvukovodu svírá jiný úhel než u dospělého. Není typický lesklý bubínek, je pokryt macerovanou vrstvou epidermis. Velikost bubínku u dětí je 9 x 8 mm, zatímco u dospělých je to 9,2 x 8,5-10 mm. U dětí je zvukovod užší a kratší, než u dospělého. Horní stěna měří 15 mm. Dolní až 20 mm. Probíhá zevně nahoru a má tvar přesýpacích hodin. Do šesti let se vyskytuje jen jeden ohyb. V předškolním věku získá zvukovod svůj typický esovitý tvar, ale definitivní tvar má až v devíti letech. V dětství je zevní zvukovod tvořen převážně chrupavkou. Ve stáří dochází k ochabování elasticity chrupavky zvukovodu i jiných chrupavčitých tkání. Vstup do zvukovodu se díky atrofii tukové tkáně může rozšířit, ale může se taky zúžit, protože chrupavka není schopna držet svůj tvar. Růst os petrosa a os tympanium je ukončen v dospívání. V dětství nejsou tragi, ty se objevují spíše u mužů po 17 roce života. Žlázy zvukovodu nejsou do puberty plně funkční. Ve stáří dochází k atrofii žlázek i kůže ve zvukovodu, vzniká tužší maz, takže může být tendence k jeho hromadění. V místě processus mastoideus je u dětí plochá vyvýšenina. Temporomandibulární kloub je u dětí 3-4 mm před přední stěnou zvukovodu, zatímco u dospělých je těsně před zvukovodem. Zvukovod u dětí je v těsném sousedství s příušní žlázou. Cévy zásobující ucho naléhají těsně mezi chrupavku a a. karotis. Processus styloideus je srostlý s dolní vazivovou stěnou zvukovodu. (Mejzlík, Pokorný, 2007)

### *V tříse*

Volí se v případě, pokud nelze teplotu změřit jiným způsobem, z důvodu popálenin, opruzenin. Může se používat na JIP a ARU. Není to častý způsob měření. (Mikšová a kol., 2006)

### *V pochvě*

Slouží hlavně ke sledování tzv. plodných a neplodných dní u žen, které plánují těhotenství. U pravidelného menstruačního a ovariálního cyklu se teplota v pochvě během ovulace zvýší až na 37 °C. Je to dáno hormonálními změnami. (Muntau, 2009)

### *Na kůži*

Je pouze orientační. (Mikšová a kol., 2006, Hanzlíková, 2006)

*V jícnu, v močovém měchýři, v plicnici*

Využívá se v intenzivní péči, pomocí čidel zavedených do tělních dutin. Je invazivní. (Mikšová a kol., 2006)

### **2.1.1 Historie teploměrů a stupnic**

Nejstarší doložený přístroj k měření tepelných stavů je ze starověku. Hérón Alexandrijský popsal zařízení pracující na roztažnosti vzduchu. Byl nazýván vzduchový termoskop. V 17. století se teploměrem zabýval Galileo Galilei. Tyto teploměry však byly na měření teploty vzduchu. První lékařský teploměr vynalezl anglický fyzik sir Thomas Clifford Allbutt roku 1866. Teploměr měří teplotu, ne teplo. Proto by správný název v češtině měl znít teplotoměr, tento název se ale nevžil. Dalším vývojem teploměrů bylo sestrojení normalizované stupnice. Celsiův stupeň je jednotka teploty, kterou vytvořil švédský astronom Andreas Celsius v roce 1742. Stanovil bod tání 0 °C a bod varu 100 °C. Původně byla stupnice obrácená. Kelvin je jednotka teploty, která indikuje termodynamickou teplotu. Tuto stupnici navrhl skotský matematik a fyzik William Thomson. Teplota absolutní nuly je 0 K, je to nejnižší možná fyzikální teplota. Německý fyzik Gabriel Fahrenheit vymyslel další jednotku teploty, která je po něm pojmenována – stupeň Fahrenheita °F. Stanovil 2 referenční body, které byly později upraveny na bod varu 212 °F a bod mrazu 32 °F. Referenční body jsou od sebe vzdáleny 180°, proto 1F odpovídá 5/9 °C nebo K. Dříve velmi rozšířená a používaná byla stupnice Réaumura °R. Byla vynalezena 12 let před vytvořením stupnice Celsiovy. Je pojmenována podle francouzského přírodovědce Reného Réaumura. Bod mrazu byl 0 °R a bod varu 80 °R. (Brezinšcak, 1970)

### **2.1.2 Vyhláška o rtuti**

Nařízení komise Evropské Unie č. 847/2012 ze dne 19. září 2012, kterým se mění příloha XVII nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek (REACH), pokud jde o rtuť.

Komise se dohodla, že je nutné snížit hladiny rtuti v životním prostředí a omezit vystavení člověka působením jejích škodlivých látek. Komise omezila uvádění nových výrobků na trh, obsahující rtuť zejména ve zdravotnictví a k jinému profesionálnímu a průmyslovému použití. Rada zdůraznila, že by co nejrychleji a v co největší míře mělo být ukončeno používání výrobků obsahující rtuť. Cílem je ukončení používání veškerých výrobků obsahující rtuť.

*„Rtuť a její sloučeniny jsou vysoce toxické pro člověka. Vysoké dávky rtuti mohou mít smrtelné následky pro člověka, ale i poměrně nízké dávky mohou mít vážné nepříznivé dopady na vývoj nervového systému, a jsou spojovány se škodlivými účinky na kardiovaskulární, imunitní a reprodukční systém člověka.“ (nařízení komise Evropské unie č. 847/2012)*

Nejjedovatější forma je methylrtuť, na kterou se může v životním prostředí přeměnit. Ta působí zejména na vodní živočichy. Nebezpečí spočívá v zapojení člověka a jiných živočichů živících se mořskými plody a rybami do potravinového řetězce. Škodlivina proniká i přes hematoencefalickou a placentární bariéru. Proto může ohrozit duševní vývoj člověka ještě před narozením. Vystavením působení škodlivých účinků jsou nejvíce ohroženy ženy v reprodukčním věku a děti.

Evropská rada zakazuje uvádět na trh rtuťové teploměry i jiné měřicí zařízení obsahující rtuť pro širokou veřejnost. Používání měřících přístrojů se rtutí, bude ukončeno, jakmile to bude ekonomicky a technicky možné. Omezení se týká následujících přístrojů: manometr, vlhkoměr, pletysmograf vybavený tenzometrem, tenziometr, sfygmomanometr, barometr a teploměr a další neelektrická zařízení naměření tělesné teploty. Tyto přístroje nesmí být uváděny na trh po 10. dubnu 2014. Výjimka prodeje a nákupu se vztahuje na starožitnosti a měřicí přístroje, které jsou součástí kulturního dědictví. Na trh je možno uvádět měřicí zařízení starší 50 let k 3. 10. 2007. Výjimka se vztahuje i na přístroje, které nepřesáhly 50 let, ale mají kulturní a historickou hodnotu. Zúčastněným stranám je poskytnuta lhůta pro zajištění přijetí opatření v souladu s nařízením. Použije se od 10. 4. 2014. Nařízení je závazné pro všechny členské státy v plném rozsahu. (nařízení komise Evropské unie – Příloha č. 3)

## **2.2 Druhy teploměrů**

*Rtuťový*

Teploměr byl vynalezen před více než 200lety a byl hlavním nástrojem pro zjišťování teploty. Funguje na principu fyzikálního zákona o roztažnosti objemu kapalin. Doba měření se pohybuje okolo sedmi minut. U těchto teploměrů bylo před zásobníčkem na rtuť zúžené místo, kde se sloupec rtuti přetrhl, zůstal v trubičce a ukazoval dosaženou hodnotu. Pro nové měření se musel sklepat. Sklepávání teploměru funguje na principu prvního Newtonova zákona o setrvačnosti. Kdy s teploměrem roztřese a prudce zabrzdíme pohyb ruky, roztažená kapalina se tak vrátí zpět do zásobníčku. K měření teploty v konečníku se u dětí používala tzv. rychloběžka. U tohoto typu teploměru zúžené místo nebylo. Nevýhodou teploměrů byl po rozbití únik jedovatých látek do prostředí a možnost poranění o sklo. Teploměr byl k dostání za 20-30 Kč. (Mikšová a kol., 2006, Workman, Clare, 2006, Machyánová, 2012, Mc Phee, 2012)

### *Bezrtuťový*

Obsahuje galistan což je slitina galia, india a cínu. Nebo může být naplněn lihem. Je náhradou za klasický rtuťový teploměr. Princip a doba měření je totožná. Jeho velkou nevýhodou je obtížná sklepatelnost. Ta je pravděpodobně dána tím, že kapalina má větší přilnavost ke stěně skleněné trubičky a hustota kapaliny je malá. Při sklepávání se mohou dokonce objevit malé bublinky a pak je nutné delší dobu počkat, než se kapalina uklidní. Je k sehnání v lékárnách v plastovém pouzdře s ohebným koncem, který slouží ke sklepávání. Přesnost v měření uvádí výrobce s odchylkou 0,1 °C. Cena teploměru se pohybuje okolo 80 Kč. (Mc Phee, 2012, Rosina a kol., 2006)

### *Digitální*

Teplota může být měřena v ústech, pod paží i v konečníku. Odchylka při měření může být 0,1 - 0,2 °C. Pamatuje si poslední naměřenu teplotu. Je voděodolný. Při měření pod paží slouží spíše k orientačnímu měření. Po stisknutí tlačítka a zaznění zvukového signálu, můžeme začít měřit. Doba měření trvá 1 minutu. Po skončení měření opět zazní zvukový signál a na displeji se objeví naměřená hodnota. Cena teploměru je asi 90 – 120 Kč. (Fotografie č. 6 – vpravo, Příloha č. 4). Pro měření v konečníku je k dispozici teploměr s ohebnou špičkou, odchylka od osy teploměru je až 45°. Měří teplotu v rozmezí 32 – 43,9 °C. Před měřením je vhodné potřít špičku teploměru vazelínou nebo jinou masťou pro usnadnění zavádění. Ideální doba pro měření je při přebalování. Teploměr se vypíná automaticky a má měnitelné baterie. Cena tohoto typu je nad 130 Kč. (Fotografie č. 4, 19, 20, Příloha č. 4,8). K měření orální teploty u dětí můžeme použít teploměr v dudlíku, teploměr je snadno použitelný, ale nepřesný. Cena asi 200Kč.

Vhodnou alternativou pro děti používající dudlík je digitální teploměr v dudlíku. Je vyroben ze silikonu. Má čitelný displej, pamatuje si poslední naměřenou hodnotu. Vydrží 1000 měření. Měří teplotu v rozsahu 32 – 42 °C. Lze přepínat mezi stupni C a F. Přesnost měření uvádí výrobce s odchylkou 0,1 °C. Hmotnost teploměru je 50g. (Machyánová, 2012)

### *Elektronický*

Teplota může být měřena orálně, axilárně nebo rektálně. Režim teploměru se dá přepnout mezi stupni Celsiovými nebo Fahrenheitovými. Pamatuje si poslední naměřenou teplotu. Přesnost měření je 0,1 °C. Displej teploměru je prosvícený a snadno čitelný. Zapíná se automaticky, po vytažení sondy ze schránky pro sondu. Součástí teploměru jsou jednorázové krytky, které se nasazují na sondu, cvaknutí signalizuje, že je krytka nasazena správně. Po změření zazní zvukový signál a na displeji se objeví naměřená hodnota. Po použití se krytka vyhodí do biologického odpadu. Pohybování sondou během měření, může ovlivnit naměřenou hodnotu. Doba měření je variabilní, pohybuje se v rozmezí několika sekund až minut. Po zasunutí sondy do teploměru se přístroj sám vypne. (Workman, Clare, 2006, Capko, 1998), (Fotografie č. 3, 5, 17, 18, Příloha č. 4, 7)

Dalším typem elektronického teploměru je tympanální. Elektronický teploměr je uložen v pouzdře, které ho dobíjí a zároveň jsou v něm uloženy náhradní krytky pro další pacienty. Průměrná doba měření se pohybuje do 5 sekund. Cena teploměru je poměrně vysoká, pohybuje se kolem 15 000 Kč. Tento teploměr je založen na odrazu infračerveného paprsku od bubínku, ale v této práci ho nazýváme elektronický, aby se to nepletlo s druhým typem. (Workman, Clare, 2006, Capko, 1998, Janotová, Pokorná, 2005, Purssell, 2009), (Fotografie č. 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, Příloha č. 4, 5)

### *Infračervený*

Teploměr lze použít k měření v uchu, na kůži a spousta z nich je i výrobcem doporučena k měření teploty povrchů, tekutin, potravin aj. Proto jejich využití není jen v oblasti zdravotnictví, ale i potravinářství, průmyslu atd. Optika v teploměru snímá infračervené záření, které je soustředěno a zaměřeno na detektor. Elektronika teploměru potom přepočítá informaci na hodnotu teploty, která se zobrazí na displeji. Pokud má pacient tělesnou teplotu vyšší jak 37,5 °C, pole pro zobrazování teploty začne blikat červeně a upozorňuje i zvukovým signálem. Tympanální teploměr pracuje na principu odrazu infračerveného paprsku od bubínku. Velkou výhodou tohoto teploměru je krátká doba měření, výsledná teplota je



změřena během několika sekund. Cena teploměru se pohybuje od 600 Kč do tisíců korun. (Sieger, 2006), (Fotografie č. 2, 13, 14, 15, 16, Příloha č. 4, 6)

#### *Bezdotykový/bezkontaktní*

Teploměry jsou vyvinuty na bázi infračervených paprsků. Je vhodná pro měření hlavně malých dětí. Teplota je změřena během několika sekund. Displej obsahuje barevné LED diody, které po doměření svítí, buď zeleně (pokud nemá zvýšenou tepotu) nebo červeně (pokud má zvýšenou teplotu). Většina teploměrů má zabudován i zvukový signál. Teploměr dokáže změřit i teploty okolních předmětů. (Mlýnková, 2010)

#### *Páskový*

Tento druh teploměru u nás není k dostání. Některé druhy jsou na jedno použití, jiné na více použití. Teplota se dá změřit orálně, rektálně, axilárně. Je ekologický, netoxický. Měří s odchylkou 0,1 °C. Prodává se ve větších baleních. V ústech se měří po dobu jedné minuty, v axile a konečniku 3 minuty. Správnou teplotu označuje nejvyšší černý bod. (Gregora, Velemínský, 2011)

## **2.3 Vysvětlení pojmů**

#### *Přesnost měření (Measurement accuracy)*

Je těsnost shody mezi pravou hodnotou měřené veličiny a naměřenou hodnotou veličiny. Pojem není veličinou a není dán číselnou hodnotou veličiny. Zahrnuje náhodné i systematické chyby. Zahrnuje pojmy preciznost a pravdivost, kterým je nadřazená. Čím menší chyba, tím přesnější měření. Přesnost odpovídá preciznosti v případě, že výsledky použité metody mají nulovou nebo malou systematickou chybu.

#### *Správnost (pravdivost) měření (measurement trueness)*

Je těsnost shody mezi referenční hodnotou veličiny a aritmetickým průměrem nekonečného počtu opakovaných naměřených hodnot. Nemůže být vyjádřena čísly, protože není veličina. Vztahuje se k systematické chybě. Pomocí výtěžnosti (vychýlení výsledků) se vyjadřuje míra správnosti.

## II. VÝZKUMNÁ ČÁST

### 3 Metodika výzkumu

Jedná se o výzkum kvantitativně – kvalitativní. Kvantitativní výzkum pracuje s čísly a proměnnými, které se dají změřit. Zabývá se četností jistého jevu a měl by prezentovat cílovou skupinu. Má stanoveny jednotlivé kroky a testuje předem stanovené hypotézy. Jeho spolehlivost je vysoká, ale méně přesná. Dotazníky, rozhovory, pozorování, testy a měření jsou jeho nástroji. Jako nástroj jsme použili měření tělesné teploty u dětí. Rozbor dat probíhá pomocí statistiky. Kvalitativní výzkum nevyužívá statistických metod a technik. Kvalitativní výzkum zahrnoval zhodnocení komfortu měření teploměrů. (Bedáňová, Večeřek, 2007)

Prospektivní studie byla zaměřena na hospitalizované děti na dětském oddělení. Výzkum byl schvalován etickou komisí krajské nemocnice (příloha č. 1). S prováděním výzkumu souhlasil primář i vrchní sestra oddělení. K provádění měření byl nutný informovaný souhlas rodičů (příloha č. 2), který se zakládal do dokumentace. Výzkum byl prováděn v krajské nemocnici od 18. června do 30. června a 8. října až 19. prosince roku 2012. Každé dítě mohlo být měřeno maximálně 2x týdně, dvěma až třemi typy teploměrů. Brali jsme ohled na zdravotní stav dětí, momentální náladu, děti jsme zbytečně nebudili. V případě, že se dítě vyškublo nebo byla naměřena nereálná teplota, měření jsme opakovali a do výzkumu zahrnuli druhou hodnotu. Zkoumaný vzorek tvoří heterogenní skupina pacientů na dětském oddělení od 1 roku do 19 let, u ušních teploměrů. U rektálních teploměrů byly měřeny děti do jednoho roku. Diagnózy dětských pacientů byly variabilní. Pacienti s onemocněním nebo operací uší nebyli ušními teploměry měřeni. Taktéž děti do jednoho roku, které měly infekční onemocnění nebo problémy s konečníkem měřeny nebyly. A do studie nebyly zapojeny ani děti bez informovaného souhlasu. Výzkumné šetření bylo prováděno v nejmenované nemocnici krajského typu.

V listopadu 2012 a únoru 2013 bylo prováděno průzkumné šetření na univerzitních kolejích v homogenní skupině studentek ve věku od 19 – 24 let. Studentky s měřením souhlasily.

Před započítím měření jsme si přečetli doporučení výrobce. Měření ušními teploměry jsme si vyzkoušeli nejdříve na sobě. Výběr teploměrů probíhal na základě zkušeností dětských sester, které vyjádřily spokojenost s elektronickými teploměry. Proto jsme chtěli porovnat elektronické teploměry s jinými, běžně používanými teploměry. Elektronické teploměry byly

objednány přes školu, levnější teploměry jsme si mohli nakoupit sami, podle předem stanovených kritérií.

Každým typem ušního teploměru bylo naměřeno 288 hodnot u dětí. Zároveň bylo na kolejkách naměřeno 62 studentek pro srovnání s dětskými pacienty. Teplota byla měřena vždy ve stejném uchu. Statistikem nám na základě výrazných rozdílů v měření u dětí bylo doporučeno, změřit pacienta každým teploměrem alespoň 5x a z naměřených hodnot udělat průměr. Z etického hlediska nebylo možné provést měření na dětech, proto probíhalo měření na studentech. Měření se zúčastnilo 41 studentů, 5 hodnot bylo naměřeno elektronickým teploměrem a 5 hodnot infračerveným. Teploměry byly střídány. Časový odstup mezi elektronickým teploměrem byla jedna minuta. Další doplňující měření, pro potvrzení zjištěných výsledků, jsem prováděla na sobě, 15x oběma typy teploměrů za sebou, v rozmezí 1 minuty u elektronických.

U dětí do jednoho roku bylo elektronickým rektálním a digitálním rektálním teploměrem naměřeno dohromady 100hodnot.

Celkově byly použity 4 teploměry. Ušní infračervený, ušní elektronický, rektální elektronický a rektální digitální. Vždy byly srovnávány teploty podle místa měření. Dohromady bylo naměřeno 1240 hodnot. Dále byl u teploměrů porovnáván komfort měření, cenová dostupnost a rozdíl naměřených hodnot mezi teploměry. Projekt byl financován v rámci studentské grantové soutěže.

### **3.1 Zpracování dat**

Získané hodnoty byly zpracovány do tabulek a grafů v programu Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Excel 2007 Statistica 10. Zpracování dat jsme konzultovali s panem Ing. Ondřejem Pruskem, PhD. K ověření stanovené testované hypotézy byly použity statistické metody. Pro srovnání byl použit dvouvýběrový t-test. Ten se používá v případě, že neznáme střední hodnotu základního souboru a srovnáváme výběrová data dvou souborů. V našem případě byl použit nepárový test, měření na sobě nejsou závislá. Výpočet testu vychází z odhadů parametrů obou srovnávaných souborů měření, tj. výběrového rozptylu a aritmetického průměru. V našem případě rozptyl popisuje přesnost měření daným typem

teploměru a aritmetický průměr pak správnost měření daného typu teploměru. Nejprve je nutno otestovat rozdíl rozptylů obou souborů pomocí  $F$ -testu. (Bedáňová, Večeřek, 2007)

$$F = (\text{větší z rozptylů}) / (\text{menší z rozptylů})$$

Podle výsledku  $F$ -testu se následně zvolí odpovídající postup pro nepárový  $t$ -test, který pak testuje rozdíl středních hodnot tj. rozdíl aritmetických průměrů.

$t$ -test pro shodné rozptyly:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) * s_1^2 + (n_2 - 1) * s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} * \frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2}}}$$

$t$ -test pro různé rozptyly:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Pokud počet měření v jednom i druhém souboru je stejný ( $n_1 = n_2 = N$ ) jako v našem případě, oba typy výpočtů  $t$ -testu se pro zjednodušení přepíší na tvar:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}}$$

(Bedáňová, Večeřek, 2007)

### 3.2 Statisticky testované hypotézy:

1. Zjistit, zda jsou mezi ušními teploměry rozdíly v naměřených hodnotách u dětí.

$H_0$  Mezi naměřenými hodnotami nebude žádný rozdíl, rozdíl je nulový.

$H_A$  Mezi naměřenými hodnotami je statisticky významný rozdíl, rozdíl není nulový.

Zvolená hladina významnosti je 5%

2. Zjistit, zda jsou mezi ušními teploměry rozdíly v naměřených hodnotách u studentů.

$H_0$  Mezi naměřenými hodnotami nebude žádný rozdíl, rozdíl je nulový.

$H_A$  Mezi naměřenými hodnotami je statisticky významný rozdíl, rozdíl není nulový.

Zvolená hladina významnosti je 5%

3. Zjistit, zda jsou u ušních teploměrů rozdíly v naměřených hodnotách na mé osobě.

$H_0$  Mezi naměřenými hodnotami nebude žádný rozdíl, rozdíl je nulový.

$H_A$  Mezi naměřenými hodnotami je statisticky významný rozdíl, rozdíl není nulový.

Zvolená hladina významnosti je 5%

4. Zjistit, zda jsou u rektálních teploměrů rozdíly v naměřených hodnotách u dětí.

$H_0$  Mezi naměřenými hodnotami nebude žádný rozdíl, rozdíl je nulový.

$H_A$  Mezi naměřenými hodnotami je statisticky významný rozdíl, rozdíl není nulový.

Zvolená hladina významnosti je 5%

## 4 Analýza výsledků

Je rozdělena na komfort teploměrů a v druhé části jsou uvedeny výsledky měření ušními teploměry na dětech i na studentech a výsledky měření rektálními teploměry u dětí. V tabulkách jsou uvedeny základní statistické veličiny, odchylky v měření mezi teploměry a výpočty. Na grafické zpracování byly použity krabicové grafy.

### 4.1 Komfort teploměrů

Zaměřili jsme se na srovnání manipulace s přístroji, nutnost dezinfekce, rychlost měření a cenovou dostupnost.

#### 4.1.1 Ušní teploměry

##### 1. Elektronický teploměr

Elektronický teploměr je uložen v pouzdře, které ho dobíjí a zároveň jsou v něm uloženy náhradní krytky pro další pacienty. Zapíná se automaticky po vytažení teploměru z pouzdra. Režim teploměru se dá přepnout mezi stupni Celsiovými nebo Fahrenheitovými. Pamatuje si poslední naměřenou teplotu. Přesnost měření je 0,1 °C. Displej teploměru je prosvícený a snadno čitelný. Po naměření zazní zvukový signál a na displeji se objeví naměřená hodnota. Po použití se krytka vyhodí do biologického odpadu. Teploměr se může přetřít navlhčeným hadříkem. Velkou výhodou je rychlost měření. Průměrná doba měření se pohybuje do 5 sekund. Cena teploměru je poměrně vysoká, tudíž se více využívá ve zdravotnických zařízeních než v domácnostech, pohybuje se kolem 15 000 Kč. Přístup ucha pro měření je velmi dobrý a postup měření šetrný. Pacient se nemusí svlékat ani oblékat. (Workman, Clare, 2006, Capko, 1998, Janotová, Pokorná, 2005, Purssell, 2009), (Fotografie č. 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, Příloha č.4, 5,)

##### 2. Teploměr infračervený

Optika v teploměru snímá infračervené záření, které je soustředěno a zaměřeno na detektor. Elektronika teploměru potom přepočítá informaci na hodnotu teploty, která se zobrazí na displeji. Součástí teploměru nejsou jednorázové krytky, proto je nutné při měření v uchu po každém pacientovi dezinfekce, jelikož dochází ke kontaktu s kůží při míření na bubínek.

Pokud má pacient tělesnou teplotu vyšší jak 37,5 °C, pole pro zobrazování teploty začne blikat červeně a upozorňuje i zvukovým signálem. Tympanální teploměr pracuje na principu odrazu infračerveného paprsku od bubínku. Součástí teploměru je i nadstavec, se kterým je teploměr použitelný jako čelní bezkontaktní. Teplotu v uchu změří za sekundu, teplotu na čele za 3 sekundy. Pamatuje si posledních 12 naměřených hodnot. Po zapnutí, je nutné počkat na první pípnutí a teprve pak lze zahájit měření tlačítkem start. Velkou výhodou tohoto teploměru je krátká doba měření, výsledná teplota je změřena během několika sekund. Manipulace je snadná. Reakce dětských pacientů je pozitivní, ušní teploměry chválí, líbí se jim krátká doba měření. Ta je výhodná i pro pečující personál. Cena teploměru se pohybuje od 600 Kč do tisíců korun. (Sieger, 2006), (Fotografie č. 2, 13, 14, 15, 16, Příloha č. 4, 6)

#### **4.1.2 Rektální teploměry**

##### *1. Elektronický*

Pamatuje si poslední naměřenou teplotu. Přesnost měření je 0,1 °C. Displej teploměru je prosvícený a snadno čitelný. Zapíná se automaticky, po vytažení sondy ze schránky pro sondu. Součástí teploměru jsou jednorázové krytky, které se nasazují na sondu, cvaknutí signalizuje, že je krytka nasazena správně. Po změření zazní zvukový signál a na displeji se objeví naměřená hodnota. Po použití se krytka vyhodí do biologického odpadu. Pohybování sondou během měření, může ovlivnit naměřenou hodnotu. Doba měření je variabilní, pohybuje se v rozmezí několika sekund až minut. Po zasunutí sondy do teploměru se přístroj sám vypne. Pozitivní je krátká doba měření. Jednorázové krytky šetří čas personálu a minimalizují riziko přenosu infekce. Manipulace s teploměrem byla dobrá. Negativem je vysoká pořizovací cena. (Workman, Clare, 2006, Capko, 1998), (Fotografie č. 3, 5, 17, 18, Příloha č. 4, 7)

##### *2. Digitální*

Pro měření v konečnicku je k dispozici teploměr s ohebnou špičkou, odchylka od osy teploměru je až 45°. Měří teplotu v rozmezí 32 – 43,9 °C. Doba měření je 60 sekund. Odchylka v měření se pohybuje v rozmezí 0,1 – 0,2 °C. Před měřením je vhodné potřít špičku teploměru vazelínou nebo jinou mastí pro usnadnění zavádění. Ideální doba pro měření je při přebalování. Teploměr se vypíná automaticky a má měnitelné baterie. Cena tohoto typu je nad

130 Kč. Výhodou je snadná manipulace, flexibilní špička, cenová dostupnost. Nevýhodou nutná dezinfekce. (Fotografie č. 4, 19, 20, Příloha č. 4, 8).

## 4.2 Analýza naměřených hodnot

Hodnoty naměřené u dětí jsou uloženy na přiloženém CD v programu Microsoft Excel 2007 a STATISTICA 10.

### 4.2.1 Ušní teploměry, měření na dětech

Tabulka č. 1: Ušní teploměry na dětech

ušní	N	AP	Medián	Modus	Četnost - modu	Min.	Max.	Sm.od ch.	rozptyl
<b>elektronický</b>	288	36,52	36,5	36,6	32	35,0	37,9	0,43	0,19
<b>infračervený</b>	288	36,41	36,4	36,5	24	35,0	37,9	0,49	0,24
<b>rozdíl</b>	288	0,11	0,1	0	40	-2	1,6	0,41	0,17

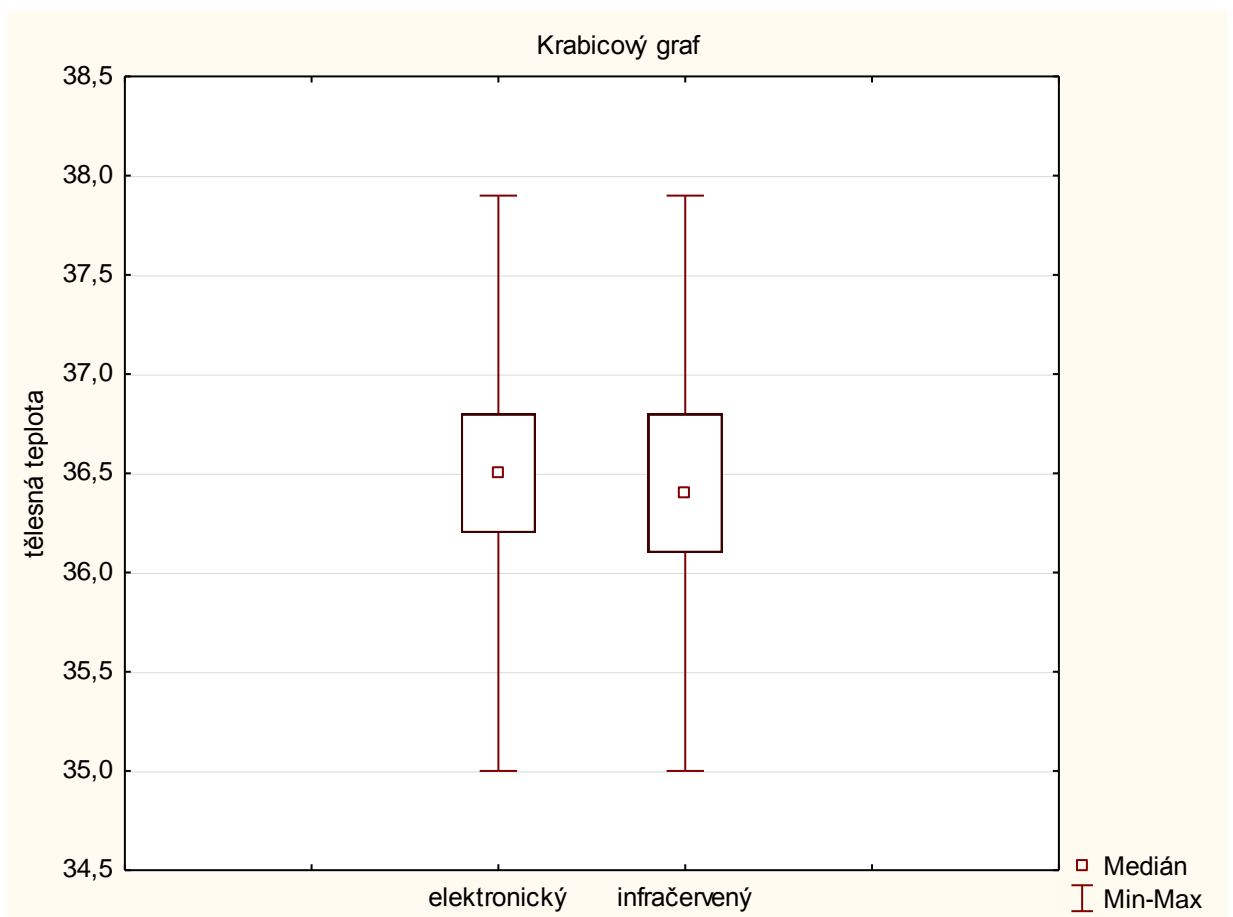
Oběma ušními teploměry bylo naměřeno 288 hodnot. Průměrná tělesná teplota u elektronického teploměru byla 36,52 °C, u ušního to bylo 36,41 °C. Medián byl u elektronického 36,5 °C, a u infračerveného 36,4 °C. Nejčastější hodnota u elektronického byla 36,6 °C, vyskytla se 32x. U infračerveného 36,5 °C, objevila se 24x. Minimální naměřená hodnota byla 35,0 °C a maximální 37,9 °C, u obou teploměrů. Směrodatná odchylka je u elektronického 43 %, u infračerveného 49 %, čím menší směrodatná odchylka, tím víc jsou si prvky v souboru podobné. Rozptyl hodnot byl u elektronického 19 %, u infračerveného 24 %. Průměrná odchylka teploměrů byla 0,11 °C. Střední hodnota činila 0,1 °C. Nejčastěji se vyskytlo 0 °C a to 40x. Minimální naměřená odchylka činila -2 °C, maximální 1,6 °C. To znamená, že infračervený teploměr naměřil o 2 stupně vyšší teplotu než teploměr elektronický. Naopak odchylka +1,6 °C znamená, že elektronický teploměr naměřil o 1,6 °C vyšší teplotu než teploměr infračervený.

Testovací kritérium  $F$ -testu  $F = 1,2973$  je větší, než odpovídající kritická hodnota  $F_{(1-\alpha/2)} = 1,2609$ . Závěr je, že rozptyly měření elektronický teploměrem se nerovnají rozptylům měření



infračerveným teploměrem – dané dva typy teploměrů tedy nemají stejnou přesnost měření na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Testovací kritérium  $t$ -testu  $t = 2,7953$  je větší, než odpovídající kritická hodnota  $t_{(1-\alpha/2)} = 1,9641$  pro  $\alpha = 0,05$  a dokonce větší i než odpovídající kritická hodnota  $t_{(1-\alpha/2)} = 2,5844$  pro  $\alpha = 0,01$ . Závěr je, že rozdíl v měření teploty danými typy teploměrů je statisticky významný ( $\alpha=0,05$ ) a dokonce statisticky vysoce významný ( $\alpha=0,01$ ).

Nulová hypotéza stanovuje, že mezi naměřenými hodnotami nebude žádný rozdíl, při hladině významnosti 5 %. Proto nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Mezi naměřenými hodnotami jsou statisticky významné rozdíly.



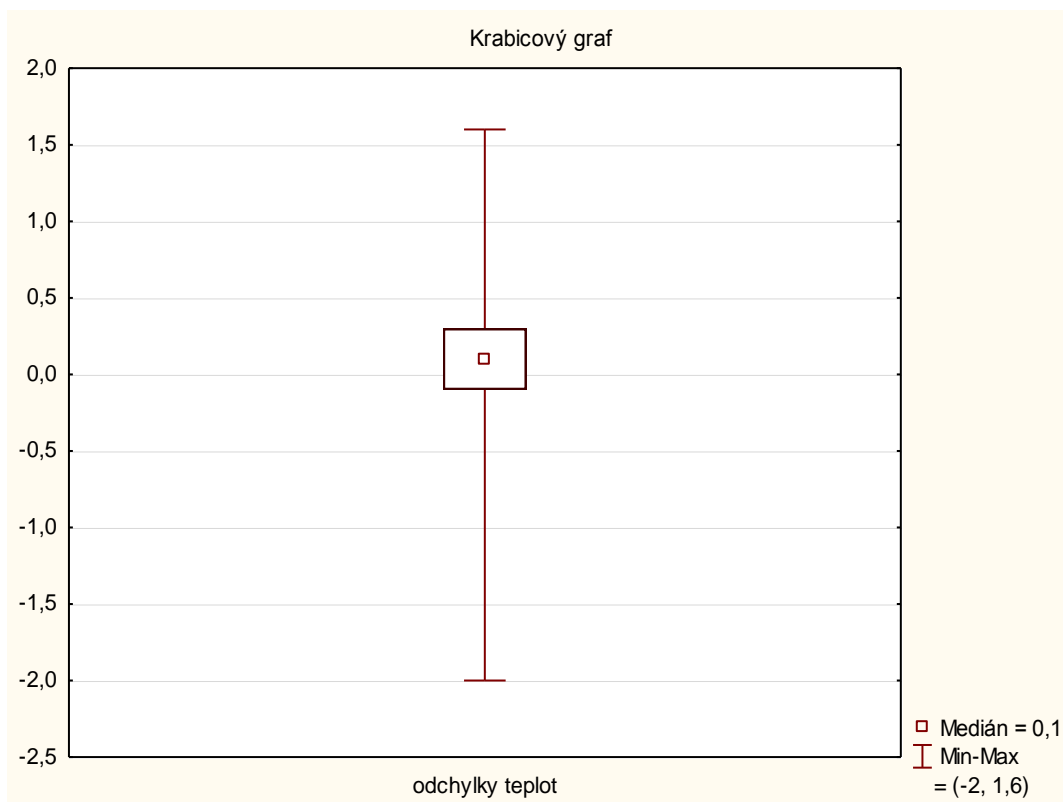
Obrázek č. 1: Graf mediánů teplot u dětí

Minimální a maximální naměřená hodnota byla u obou teploměrů stejná. Minimální byla 35,0 °C a maximální 37,9 °C. Medián je u elektronického 36,5 °C, a u infračerveného 36,4 °C.

Tabulka č. 2: Intervaly odchylek naměřených ušními teploměry u dětí

odchylky	Četnost	Kumulativní - četnost	Relativní četnost	Kumulativní četnost v %
-2,4 až -2,0	1	1	0,34722	0,3472
-1,9 až -1,5	0	1	0,00000	0,3472
-1,4 až -1,0	1	2	0,34722	0,6944
-0,9 až -0,5	14	16	4,86111	5,5556
-0,4 až 0	123	139	42,70833	48,2639
0,1 až 0,5	111	250	38,54167	86,8056
0,6 až 1,0	35	285	12,15278	98,9583
1,1 až 1,5	2	287	0,69444	99,6528
1,6 až 2,0	1	288	0,34722	100
celkem	0	288	0	100

Nejčastější odchylka se vyskytla v rozmezí -0,4 - 0 °C, celkem 123x. To znamená, že v tolika případech naměřil infračervený teploměr vyšší teplotu než elektronický s touto odchylkou. Hned za ní se z četností 111 umístila odchylka 0,1 - +0,6 °C, v této odchylce změřil 111x elektronický teploměr vyšší teplotu než infračervený. Třetí místo s četností 35 obsadila odchylka 0,6 - +1,0 °C. Odchylka -0,9 až -0,5 °C s četností 14. Dvakrát se objevila hodnota v rozmezí 1,1 - 1,5 °C. A u odchylek -2,4 až -2,0 °C, -1,4 až -1,0 °C, 1,6 - 2,0 °C se četnost vyskytla pouze 1x. Lze si povšimnout, že nejvíce odchylek se pohybuje okolo 0 °C, +/- 0,5 °C. Odchylek pohybujících se nad 1 °C je 54 z celkových 288 hodnot, což je 19 %.



Obrázek č. 2: Graf odchylek teplot ušních teploměrů u dětí

Medián byl 0,1 °C. Největší rozdíl činil -2 °C. Infračervený teploměr naměřil o dva stupně vyšší teplotu než elektronický. Elektronický naměřil o 1,6 °C vyšší teplotu než infračervený.

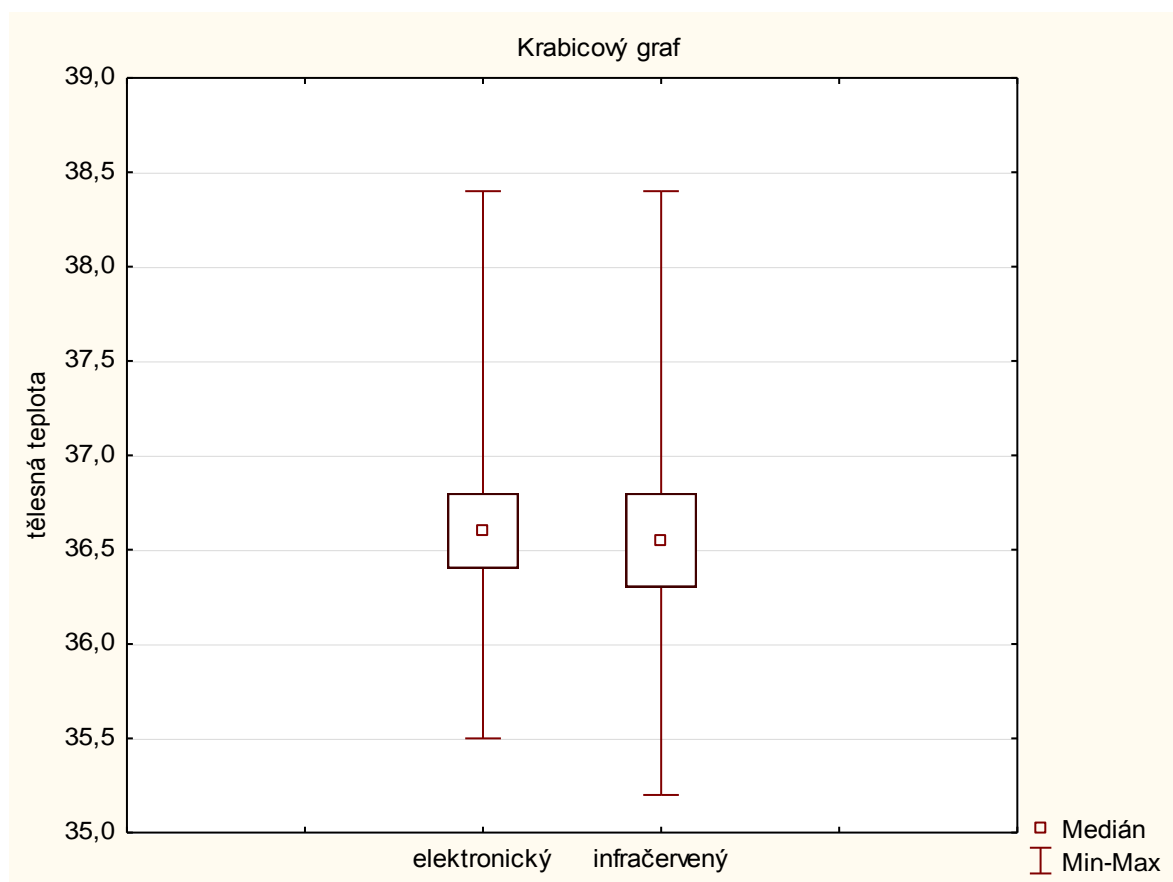
#### 4.2.2 Ušní teploměry, měření na studentech

Naměřené hodnoty u studentů nalezneme na příloženém CD v programu Microsoft Excel 2007 a STATISTICA 10.

Tabulka č. 3: Ušní teploměry na studentech

Ušní, koleje	N	AP	Medián	Modus	Četnost - modu	Min.	Max.	Sm.od ch.	rozptyl
elektronický	62	36,64	36,60	36,6	11	35,5	38,4	0,47	0,22
infračervený	62	36,56	36,55	36,8	8	35,2	38,4	0,50	0,24
odchylka	62	0,08	0,05	-0,1	9	-0,6	1,1	0,33	0,11

Na kolejích bylo změřeno 62 studentů pro srovnání s dětskými pacienty. Průměr teplot byl u elektronického teploměru 36,64 °C, u infračerveného 36,56 °C. Aritmetický průměr je součet všech hodnot, vydělený jejich počtem. Střední hodnota, to znamená medián, byl u prvního teploměru 36,60 °C a u infračerveného 36,55 °C. Po zaokrouhlení na jedno desetinné číslo by hodnoty byly stejné. Medián rozděluje řadu čísel na dvě stejné poloviny. Nejčastější hodnota (modus) u elektronického teploměru byla 36,6 °C, vyskytla se 11x. A u infračerveného 36,8 °C, kde se vyskytla 8x. Minimální naměřená hodnota u elektronického teploměru byla 35,5 °C, u infračerveného 35,2 °C. Maximální hodnota byla shodně 38,4 °C. Směrodatná odchylka je u elektronického 47 %, to znamená, že teploty naměřené tímto teploměrem jsou si více podobné, než u infračerveného, kde je odchylka 50 %. Rozptyl byl 22 % u prvního a 24 % u druhého teploměru. Aritmetický průměr odchylky byl 0,08 °C, Střední hodnota byla 0,05 °C. Nejčastější odchylkou byla -0,1 °C, vyskytla se 9x. Minimální odchylka byla -0,6 °C, to znamená, že infračervený naměřil o tolik vyšší teplotu než elektronický. Maximální odchylka 1,1 °C, o tolik nejvíc naměřil elektronický více než infračervený.



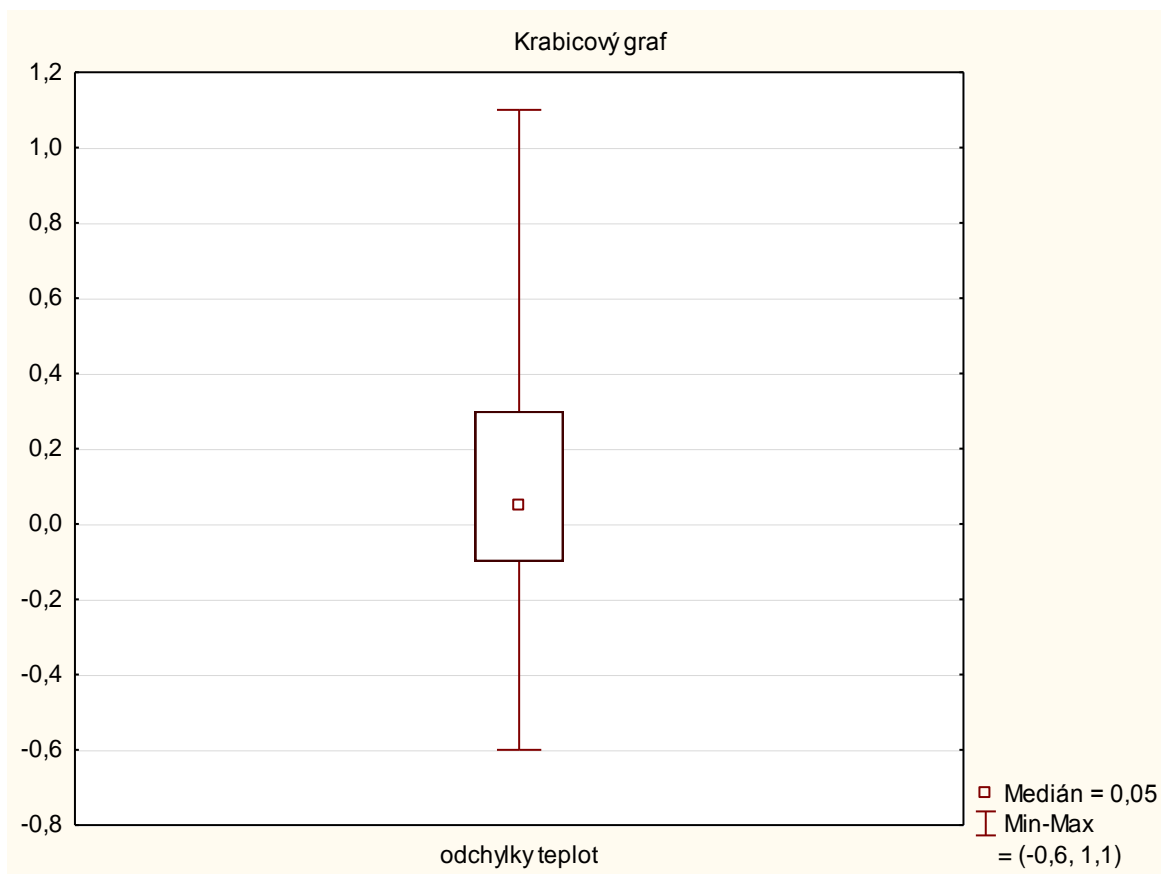
Obrázek č. 3: Graf teplot u studentů

Infračervený teploměr měl větší rozptýl hodnot. Průměry a mediány jsou téměř totožné. Nejmenší naměřená teplota u elektronického teploměru byla 35,5 °C a nejvyšší 38,4 °C. Nejmenší naměřená hodnota u infračerveného teploměru byla 35,2 °C a nejvyšší naměřil stejně jako teploměr elektronický 38,4 °C.

Tabulka č. 4: Odchytky ušních teploměrů na studentech

odchytky v °C	Četnost	Kumulativní četnost	Relativní četnost	Kumulativní četnost v %
-0,9 až -0,5	1	1	1,61290	1,6129
-0,4 až 0	30	31	48,38710	50,0000
0,1 až 0,5	26	57	41,93548	91,9355
0,6 až 1,0	4	61	6,45161	98,3871
1,1 až 1,5	1	62	1,61290	100,0000
celkem	0	62	0	100

Nejvíce četností, a to 30, bylo u odchytky -0,4 až 0 °C, infračervený teploměr měřil vyšší teploty než elektronický. Dále u odchytky 0,1 až 0,5 °C bylo 26 četností. V rozmezí 0,6 až 1,0 °C se vyskytly 4 hodnoty. A odchytky -0,9 až -0,5 °C, 1,1 až 1,5 °C měly každá po jedné četnosti. V těchto případech měřil elektronický vyšší teploty než infračervený. V 10 % byly odchytky vyšší jak 1 °C.



Obrázek č. 4: Graf odchylek teplot naměřených u studentů

Graf znázorňuje, že největší naměřená odchylka byla o 1,1 °C, kdy elektronický teploměr naměřil vyšší teplotu než infračervený. V záporné hodnotě 0,6 °C, měřil vyšší teplotu infračervený teploměr. Medián se pohybuje u odchylky 0,05 °C.

Tabulka č. 5: Výsledky ušních teploměrů na studentech

Ušní, koleje	Elektronický - průměr	Infračervený - průměr	t	p	Sm.odch.elekt ronický	Sm.odch. - infračervený
	36,64	36,55	0,906 386	0,366 518	0,47	0,50

P je menší než stanovená hladina významnosti 0,05, proto naměřené rozdíly nejsou statisticky významné. To znamená, že u 62 studentů univerzitních kolejí nebyly výrazné rozdíly v naměřených teplotách. Proto je přijata nulová hypotéza.

#### 4.2.3 Ušní teploměry, měření na studentech 5x za sebou

Následuje tabulka s průměry teplot naměřených u studentů na univerzitních kolejích 5x po sobě dvěma typy ušních teploměrů. Z těchto pěti hodnot se udělal aritmetický průměr. Měření se provádělo z důvodu statisticky významných rozdílů naměřených u dětí. Protože z etického hlediska nebylo možné jej provést na dětech, provádělo se měření na studentech. Všechna data jsou uložena na CD.

Tabulka č. 6: Aritmetické průměry a výběrové směrodatné odchylky z 5 měření teploty daným typem teploměru pro studenty 1 až 41.

student	e-průměr	e-odchylka	e-rozptyl	i-průměr	i-odchylka	i-rozptyl
22	36,52	0,23	0,05	36,08	0,08	0,01
4	36,4	0,14	0,02	36,1	0,14	0,02
12	36,9	0,4	0,16	36,3	0,28	0,08
16	36,7	0,18	0,03	36,44	0,09	0,01
17	36,42	0,22	0,05	36,06	0,05	0
18	36,08	0,24	0,06	35,42	0,22	0,05
20	36,44	0,18	0,03	36,18	0,04	0
23	36,3	0,1	0,01	35,9	0,07	0,01
25	36,6	0,16	0,03	36,22	0,08	0,01
26	36,46	0,15	0,02	36,12	0,16	0,03
27	36,36	0,09	0,01	36,08	0,04	0
29	36,52	0,19	0,04	36,12	0,13	0,02
30	36,3	0,08	0,01	36,0	0,04	0
31	37,96	0,23	0,05	37,46	0,09	0,01
33	36,3	0,07	0	36,0	0,07	0,01
34	37,18	0,13	0,02	36,74	0,09	0,01
35	35,82	0,13	0,02	35,6	0,07	0,01
37	36,5	0,23	0,05	36,18	0,08	0,01
38	36,62	0,16	0,03	36,24	0,05	0
39	36,46	0,18	0,03	36,02	0,13	0,02
1	35,92	0,2	0,04	35,6	0,35	0,13
3	36,2	0,25	0,07	36,42	0,04	0

6	35,94	0,26	0,07	35,66	0,37	0,14
8	35,68	0,28	0,08	35,38	0,36	0,13
9	35,64	0,26	0,07	35,38	0,08	0,01
13	36,68	0,32	0,1	36,44	0,09	0,01
15	36,72	0,24	0,06	36,44	0,05	0
19	36,66	0,15	0,02	36,36	0,29	0,08
24	36,6	0,22	0,05	36,22	0,44	0,19
32	36,2	0,14	0,02	36,32	0,08	0,01
36	36,6	0,24	0,06	36,44	0,05	0
40	36,46	0,34	0,12	36,2	0,2	0,04
41	36,54	0,18	0,03	36,28	0,36	0,13
2	35,56	0,31	0,1	35,4	0,32	0,1
5	36,24	0,36	0,13	36,28	0,49	0,24
7	35,34	0,28	0,08	35,48	0,26	0,07
10	35,92	0,24	0,06	35,8	0,17	0,03
11	36,24	0,27	0,07	36,16	0,11	0,01
14	36,18	0,26	0,07	36,16	0,28	0,08
21	36,28	0,28	0,08	36,1	0,45	0,2
28	36,08	0,3	0,09	35,96	0,09	0,01

V prvním sloupci je pořadové číslo studenta, ve druhém sloupci jsou uvedeny průměrné hodnoty teplot elektronického teploměru. Třetí sloupec obsahuje odchylky z daných 5 měření elektronickým teploměrem, čtvrtý sloupec rozptyly z 5 měření elektronickým teploměrem. Pátý obsahuje průměry u infračerveného teploměru, šestý příslušné odchylky a sedmý rozptyly.

Pokračování předchozí tabulky:

Tabulka č. 7: Statistické zpracování měření teplot u 41 studentů

F	Fkrit	F-test	t	v	$t(1-\alpha/2)(v)$	t-test	rozdíl průměrů	abs.h. rozdílu	pořadí
7,429	9,605	true	9,057	8	2,306	různé	0,44	0,44	36



<b>1,000</b>	9,605	true	7,500	8	2,306	různé	0,30	0,30	25
<b>2,052</b>	9,605	true	5,776	8	2,306	různé	0,56	0,56	40
<b>4,125</b>	9,605	true	7,408	8	2,306	různé	0,30	0,30	22
<b>15,667</b>	9,605	false	8,050	5	2,571	různé	0,36	0,36	30
<b>1,213</b>	9,605	true	10,233	8	2,306	různé	0,66	0,66	41
<b>16,500</b>	9,605	false	6,949	4	2,776	různé	0,26	0,26	17
<b>2,000</b>	9,605	true	16,330	8	2,306	různé	0,40	0,40	34
<b>3,571</b>	9,605	true	10,621	8	2,306	různé	0,38	0,38	32
<b>1,174</b>	9,605	true	7,603	8	2,306	různé	0,34	0,34	29
<b>4,000</b>	9,605	true	14,000	8	2,306	různé	0,28	0,28	20
<b>2,176</b>	9,605	true	8,607	8	2,306	různé	0,40	0,40	35
<b>3,500</b>	9,605	true	15,811	8	2,306	různé	0,30	0,30	26
<b>6,625</b>	9,605	true	10,122	8	2,306	různé	0,50	0,50	39
<b>1,000</b>	9,605	true	15,000	8	2,306	různé	0,30	0,30	24
<b>2,125</b>	9,605	true	13,914	8	2,306	různé	0,44	0,44	37
<b>6,400</b>	9,605	true	5,719	8	2,306	různé	0,22	0,22	11,5
<b>7,857</b>	9,605	true	6,426	8	2,306	různé	0,32	0,32	27
<b>9,000</b>	9,605	true	10,970	8	2,306	různé	0,38	0,38	33
<b>1,941</b>	9,605	true	9,839	8	2,306	různé	0,44	0,44	38
<b>2,976</b>	9,605	true	3,915	8	2,306	různé	0,32	0,32	28
<b>32,500</b>	9,605	false	4,250	4	2,776	různé	-0,22	0,22	11,5
<b>2,029</b>	9,605	true	3,085	8	2,306	různé	0,28	0,28	18
<b>1,649</b>	9,605	true	3,321	8	2,306	různé	0,30	0,30	21
<b>9,714</b>	9,605	false	4,747	5	2,571	různé	0,26	0,26	14
<b>12,750</b>	9,605	false	3,618	5	2,571	různé	0,24	0,24	13
<b>19,000</b>	9,605	false	5,715	4	2,776	různé	0,28	0,28	19
<b>3,609</b>	9,605	true	4,607	8	2,306	různé	0,30	0,30	23
<b>3,840</b>	9,605	true	3,862	8	2,306	různé	0,38	0,38	31
<b>2,857</b>	9,605	true	3,651	8	2,306	různé	-0,12	0,12	5
<b>20,000</b>	9,605	false	3,187	4	2,776	různé	0,16	0,16	9
<b>2,950</b>	9,605	true	3,271	8	2,306	různé	0,26	0,26	15
<b>3,848</b>	9,605	true	3,250	8	2,306	různé	0,26	0,26	16

1,071	9,605	true	1,776	8	2,306	stejně	0,16	0,16	8
1,782	9,605	true	0,329	8	2,306	stejně	-0,04	0,04	2
1,164	9,605	true	1,838	8	2,306	stejně	-0,14	0,14	7
1,900	9,605	true	2,034	8	2,306	stejně	0,12	0,12	5
5,615	9,605	true	1,364	8	2,306	stejně	0,08	0,08	3
1,164	9,605	true	0,263	8	2,306	stejně	0,02	0,02	1
2,597	9,605	true	1,710	8	2,306	stejně	0,18	0,18	10
11,500	9,605	false	1,897	5	2,571	stejně	0,12	0,12	5

F v prvním sloupečku je hodnota testovacího kritéria F-testu. Porovnáva se s kritickou hodnotou  $F_{krit}$  ve druhém sloupci. V třetím sloupci je výsledek F-testu o shodě rozptylů měření dvěma typy teploměrů u daného studenta. Tento test byl proveden pro porovnání přesnosti daných typů teploměrů - oba teploměry jsou srovnatelně přesné u 33 studentů, různou přesnost změřily teploměry u osmi studentů. Ve čtvrtém sloupci t je vypočtena hodnota t-testu, a pokud je vyšší než kritická hodnota  $t_{(1-\alpha/2)(v)}$  uvedená v sloupci šest, je rozdíl mezi naměřenými hodnotami statisticky významný na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . V pátém sloupci v je počet stupňů volnosti pro vyhledávání příslušné kritické hodnoty  $t_{(1-\alpha/2)(v)}$  ve statistických tabulkách. V sedmém sloupci je výsledek t-testu. Z výsledku t-testu vyplývá, že u 20 studentů vychází měření statisticky stejně a ve 21 případech statisticky různě. Pro učinění závěru o správnosti měření daných typů teploměrů, byl proveden neparametrický znaménkový test. Ten využívá porovnání počtu kladných rozdílů průměrů  $m$  a celkového počtu měřených subjektů  $n$ . Závěr je ten, že měření různým typem teploměru má vliv na stanovenou teplotu a elektronický teploměr měřil prokazatelně vyšší teploty než teploměr infračervený.

#### 4.2.4 Ušní teploměry, měření na mé osobě

Hodnoty teplot naměřených na mé osobě, najdeme na příloženém CD.

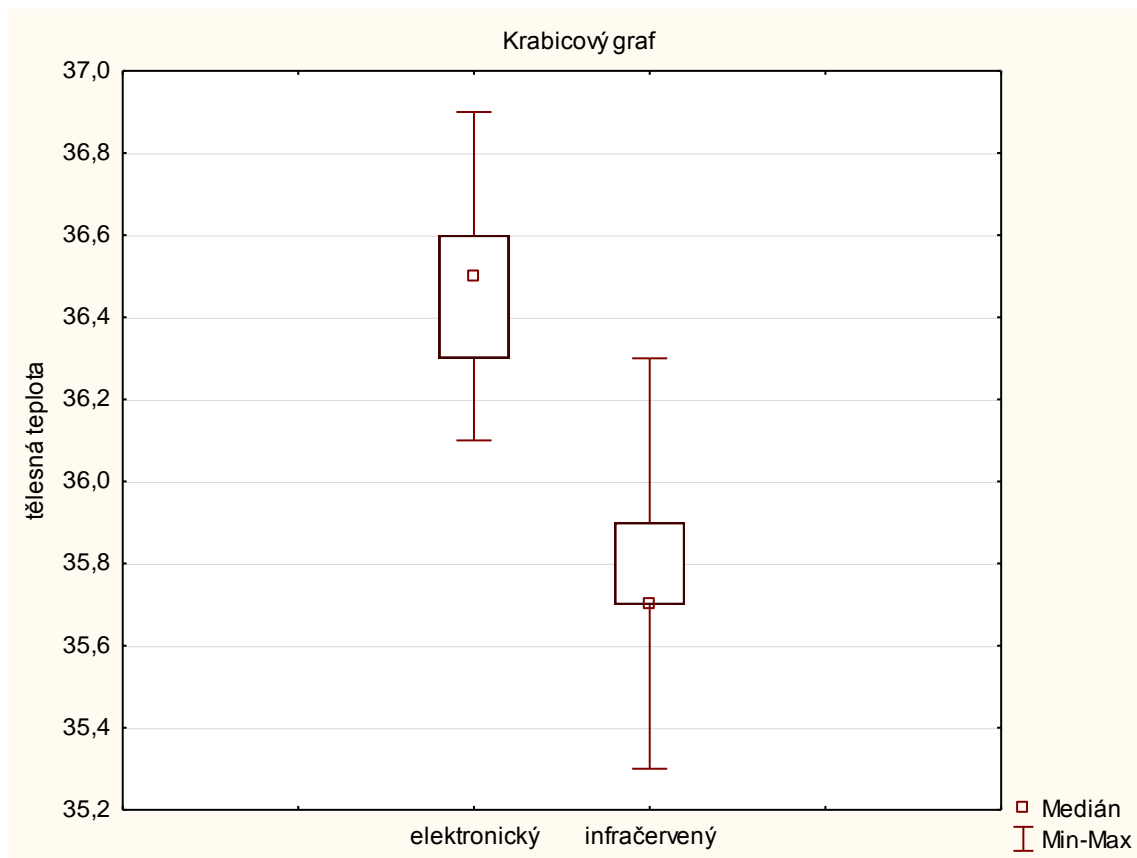
Tabulka č. 8: Výsledky 2x15 měření na mé osobě ušními teploměry

ušní	N	AP	Medián	Modus	Četnost modu	Min.	Max.	Sm. odch.	rozptyl
elektronický	15	36,50	36,5	36,5	3	36,1	36,9	0,23	0,05

<b>infračervený</b>	15	35,77	35,7	35,7	5	35,3	36,3	0,24	0,06
<b>rozdíl</b>	15	0,73	0,7	0,5	4	0,4	1,2	0,24	0,06

Každým typem teploměru bylo naměřeno 15 hodnot. Průměrná hodnota a medián u elektronického teploměru je 36,5 °C a byla to také nejčastěji naměřená teplota. Průměr u infračerveného teploměru byl 35,77 °C a medián a modus pak 35,7 °C. Minimální naměřená hodnota u elektronického 36,1 °C, u infračerveného 35,3 °C. Maximální naměřená hodnota u elektronického je 36,9 °C, u infračerveného 36,3 °C.

Testovací kritérium F-testu  $F = 0,9310$  je menší než odpovídající kritická hodnota  $F_{(1-\alpha/2)} = 2,9786$ . Závěr je, že rozptyly měření elektronického a infračerveného ušního teploměru se rovnají – dané dva typy teploměrů tedy mají stejnou přesnost měření na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Testovací kritérium t-testu  $t = 8,6963$  je větší než odpovídající kritická hodnota  $t_{(1-\alpha/2)} = 2,0484$  pro  $\alpha = 0,05$  a dokonce větší i než odpovídající kritická hodnota  $t_{(1-\alpha/2)} = 2,7633$  pro  $\alpha = 0,01$ . Závěr je, že rozdíl v měření teploty danými typy teploměrů je statisticky významný ( $\alpha=0,05$ ) a dokonce statisticky vysoce významný ( $\alpha=0,01$ ). Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní.



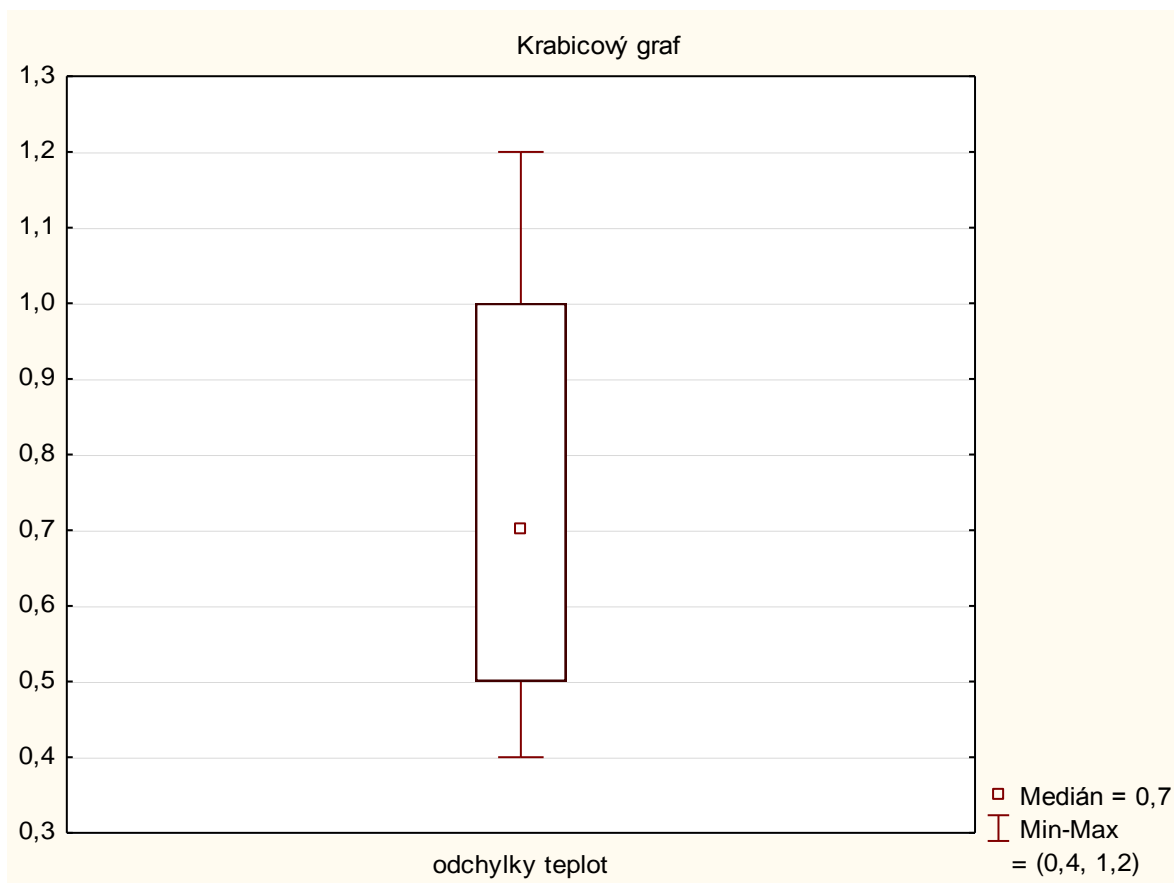
Obrázek č. 5: Graf mediánů teplot na mé osobě

Rozptyl hodnot u elektronického teploměru je od 36,1 °C do 36,9 °C, u infračerveného teploměru byla minimální hodnota 35,3 °C a maximální 36,3 °C. Medián u elektronického teploměru je 36,5 °C, u infračerveného 36,7 °C.

Tabulka č. 9: Odchyly naměřené na mé osobě

odchylky	Četnost	Kumulativní - četnost	Relativní četnost	Kumulativní četnost %
0,4	1	1	6,67	6,67
0,5	4	5	26,67	33,33
0,6	1	6	6,67	40,0
0,7	2	7	6,67	46,67
0,8	3	11	20,0	66,67
0,9	0	11	6,67	73,33
1,0	3	14	20,0	93,33
1,1	0	14	0	93,33
1,2	1	15	6,67	100
celkem	0	15	0	100

Všechny naměřené hodnoty byly vyšší u elektronického teploměru, nejmenší odchylka byla 0,4 °C, největší 1,2 °C. Nejčastější odchylka byla 0,5 °C, vyskytla se 4x. Poměrně často se objevila odchylka o 0,8 °C a 1 °C a to 3x.



Obrázek č. 6: Graf odchylek teplot naměřených na mé osobě

Medián odchylky je 0,7 °C. Minimální odchylka bylo o 0,4 °C, maximální odchylka činila 1,2 °C. Elektronický teploměr v obou případech měřil vyšší teploty než infračervený.

#### 4.2.5 Rektální teploměry, měření na dětech

Výsledky měření 50 dětských pacientů dvěma typy rektálních teploměrů jsou uvedeny v tabulkách č. 7 a č. 8. Hodnoty naměřených teplot jsou uloženy na CD v programu Microsoft Excel a STATISTICA 10.

Tabulka č. 10: Rektální teploměry – popisné charakteristiky souborů dat

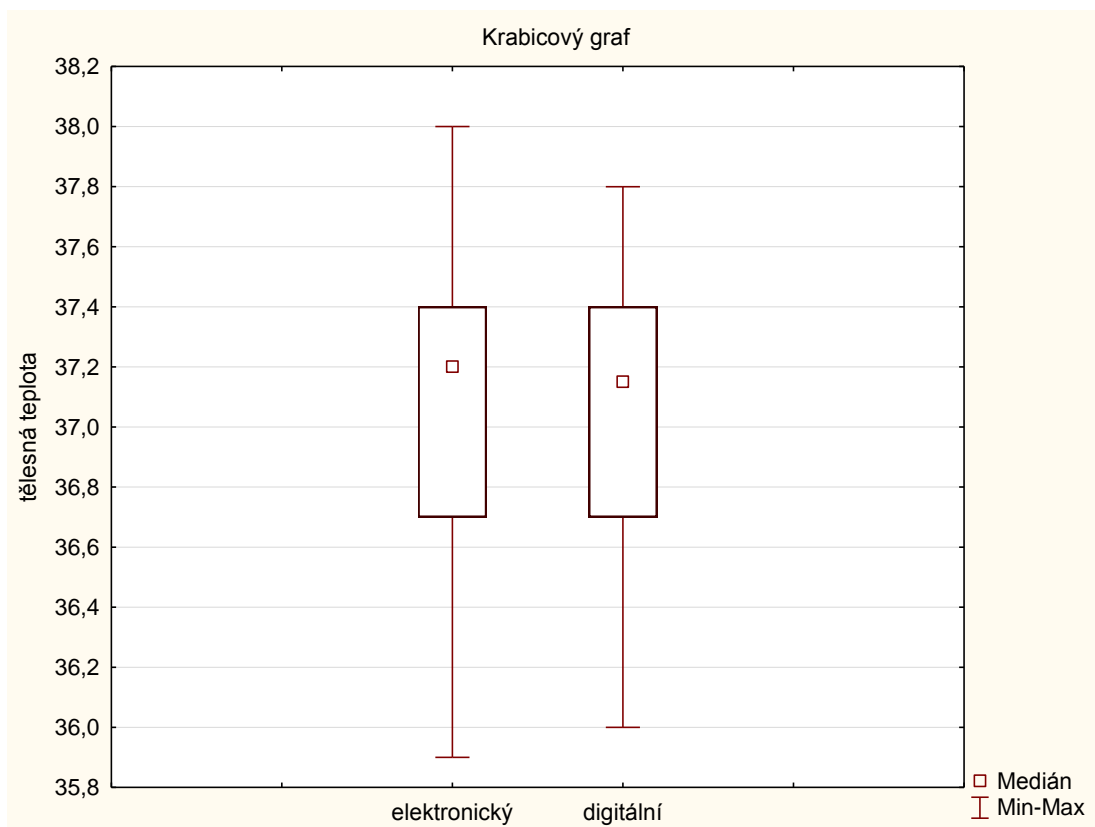
rektální	N	AP	Medián	Modus	Četnost - modu	Min.	Max.	Sm.od ch.	rozptyl
elektronický	50	37,08	37,2	37,4	10	35,9	38,0	0,5	0,25
digitální	50	37,08	37,15	36,7	8	36,0	37,8	0,42	0,18

rozdíl	50	0,004	0	0	9	-1,6	0,6	0,39	0,15
--------	----	-------	---	---	---	------	-----	------	------

Každým typem teploměru bylo naměřeno 50 hodnot rektálně. Průměr je u obou teploměrů 37,08 °C. Medián naměřených teplot je u elektronického teploměru 37,2 °C, u digitálního 37,15 °C. Nejčastější hodnota u elektronického teploměru je 37,4 °C u digitálního 36,7 °C. Minimální naměřená hodnota u elektronického 35,9 °C u digitálního 36,0 °C. Maximální naměřená hodnota u elektronického je 38 °C u digitálního 37,8 °C. Průměrná odchylka mezi rektálními teploměry byla 0,004 °C. Střední hodnota odchylky byla 0 °C, taktéž modus, který se vyskytl 9x. Minimální odchylka byla -1,6 °C. Infračervený teploměr naměřil o 1,6 °C vyšší teplotu než elektronický. Maximální rozdíl v měření byl 0,6 °C. Elektronický teploměr naměřil o 0,6 °C vyšší teplotu než infračervený. Směrodatná odchylka u elektronického činí 50 %, u digitálního 42 %. To znamená, že teploty naměřené digitálním teploměrem jsou si více podobné než teploty naměřené elektronickým.

Testovací kritérium F-testu  $F = 0,7309$  je menší než odpovídající kritická hodnota  $F_{(1-\alpha/2)} = 1,7622$ . Závěr je, že rozptyly měření elektronického a digitálního rektálního teploměru rovnají – dané dva typy teploměrů tedy mají stejnou přesnost měření na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Testovací kritérium t-testu  $t = 0,1040$  je menší než odpovídající kritická hodnota  $t_{(1-\alpha/2)} = 1,9845$  pro  $\alpha = 0,05$ . Závěr je, že rozdíl v měření teploty danými typy teploměrů je statisticky nevýznamný na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Nulová hypotéza je přijata, mezi naměřenými hodnotami není statisticky významný rozdíl.



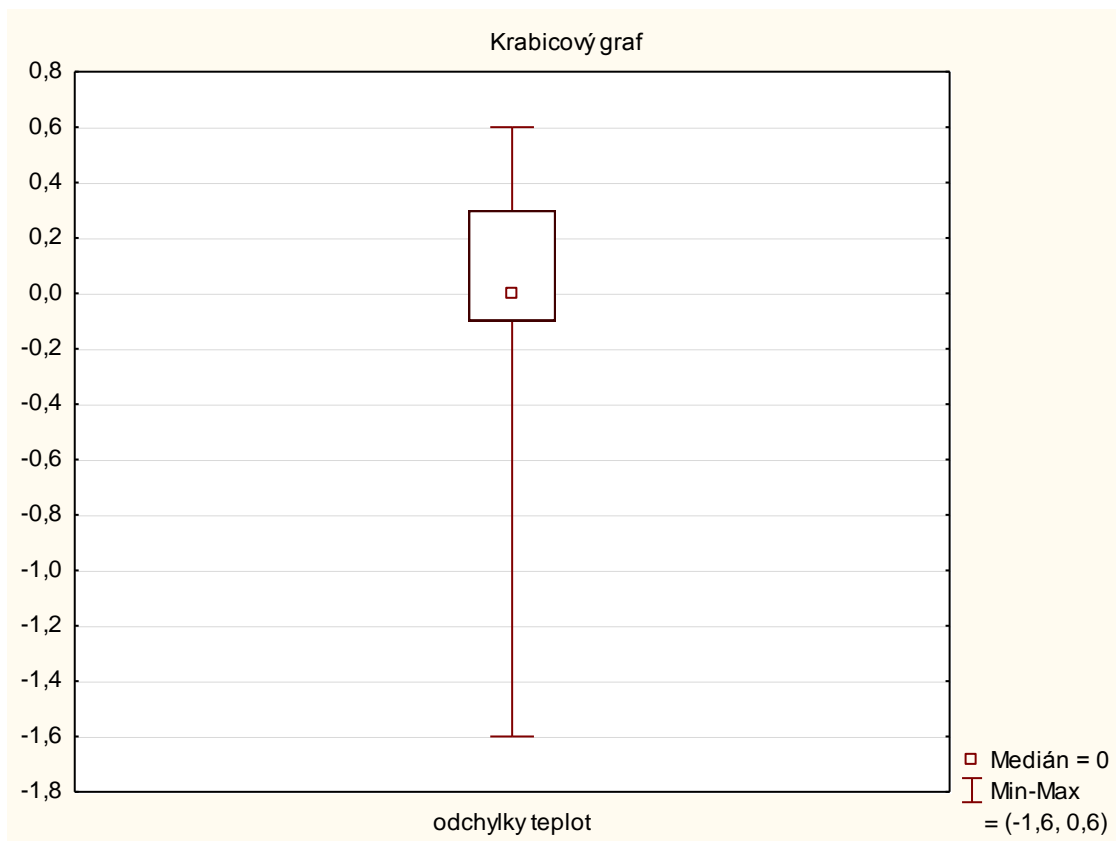
Obrázek č. 7: Graf mediánů teplot naměřených u dětí v rektu

Elektronický teploměr měl větší rozptyl, minimální teplota byla 35,9 °C, maximální teplota 38,0 °C. Digitální teploměr nejméně změřil 36,0 °C, nejvýše 37,8 °C. Medián byl u elektronického 36,2 °C, u digitálního 37,15 °C.

Tabulka č. 11: Odchytky rektálních teplot naměřených u dětí

odchytky	Četnost	Kumulativní četnost	Relativní četnost	Kumulativní četnost %
-1,9 až -1,5	1	1	2,0	2,0
-1,4 až -1,0	0	1	0	2,0
-0,9 až -0,5	3	4	6,0	8,0
-0,4 až 0	24	28	48,0	56,0
0,1 až 0,5	21	49	42,0	98,0
0,6 až 1,0	1	50	2,0	100,0
celkem	0	50	0	100

Po jedné četnosti se vyskytlo u odchylek v rozmezí -1,9 až -1,5 °C, 0,6 až 1,0 °C. Tři hodnoty se objevily u odchylky -0,9 až -0,5 °C. 21 četností bylo u odchylky 0,1 až 0,5 °C. A nejčastěji odchylka byla -0,4 až 0 °C s četností 24. Nejvíce hodnot se pohybuje v rozmezí +/- 0,5 °C. Odchylky větší než 1 °C se vyskytly v 10 %.



Obrázek č. 8: Graf odchylek u rektálních teploměrů

Střední hodnota se vyskytuje na nule. Největší rozdíl mezi teploměry byl o 1,6 °C, kdy digitální teploměr naměřil větší teplotu než elektronický.



## 5 Diskuze

Na dětském oddělení bylo ušními teploměry naměřeno 576 hodnot (288 x 2), na kolejkách bylo na studentech změřeno celkem 564 hodnot (62x2, pak 41x2x5 a 15x2), rektálními teploměry bylo naměřeno 100 hodnot (50x2), oběma typy teploměrů. Celkově jsme získaly 1240 hodnot. Použity byly teploměry ušní – elektronický a infračervený, rektální – elektronický a digitální. Měření probíhalo na dětském oddělení v krajské nemocnici se souhlasem vrchní sestry a primáře oddělení. Do výzkumu byly zapojeny děti s informovaným souhlasem a bez onemocnění konečníku nebo uší. U 288 hodnot naměřených na dětském oddělení ušními teploměry teploměrů vyšly statisticky vysoce významné rozdíly, znamená to, že dva typy teploměrů nemají stejnou přesnost, protože rozptyly teploměrů se nerovnaj. Nelze určit, který z teploměrů měří lépe přesně, protože by se musely porovnat se standardním teploměrem. Zároveň proběhlo měření na 62 studentech, u nich statisticky významné rozdíly nevyšly. Na základě velkých rozdílů u dětí bylo provedeno další měření, které proběhlo na 41 studentech. Teplota byla měřena oběma typy teploměrů 5x za sebou. Z naměřených hodnot se počítaly průměry teplot, odchylek, rozptylů u obou teploměrů. Pomocí F- testu se porovnávaly přesnosti daných teploměrů, oba teploměry jsou přesné u 33 studentů, ale různě přesné jsou u osmi studentů. Z t-testu vyplývá, že u 20 studentů vychází měření statisticky stejně a u 21 studentů různě. Dále byl proveden neparametrický znaménkový test a ten vypovídá, že měření různým typem teploměru má vliv na naměřenou hodnotu. Elektronický teploměr měřil prokazatelně vyšší teploty než teploměr infračervený. Pro ověření výsledků jsme další měření prováděla sama na sobě. Rozptyly měření u teploměrů se rovnaly, oba měřily přesně. Ale rozdíly mezi naměřenými teplotami byly statisticky vysoce významné. Nutné je však podotknout, že nejvíce odchylek se pohybovalo v rozmezí +/- 0,5 °C. Nepřesnost může být také dána neklidným, nespolupracujícím pacientem nebo spěchem. Manipulace s jednotlivými teploměry byla dobrá. Nevýhodou infračerveného byla dezinfekce a u elektronického vysoká pořizovací cena.

Rektálními teploměry bylo na dětském oddělení každým typem teploměru naměřeno 50 hodnot. Rozptyly měření elektronického a infračerveného teploměru se rovnaly, mají stejnou přesnost na zvolené hladině významnosti. A rozdíly naměřených teplot nejsou statisticky významné. Elektronický teploměr měřil kratší dobu než digitální. S digitálním byla lepší manipulace, ale také nutná dezinfekce. Elektronický teploměr byl až 100x dražší než digitální.

V zahraničí proběhlo mnoho výzkumů, jeden z nich, se zabýval srovnáním tří ušních teploměrů. Tato studie by se jako jediná dala částečně porovnat s naším výzkumem.

Srovnání tří ušních teploměrů bylo založeno na zprávách o nepřesném měření. Jako standard brali teplotu jádra, kterou snímali katétrem v plicnici. Používali i ústní teploměry pro porovnání. Studie byla rozdělena na dvě fáze. Cílem první fáze bylo prozkoumat rozdíly naměřené v uchu, pozorovatelé sledovali polohu pacienta a vztah na přesnost měření. Ve druhé fázi bylo cílem porovnat rozsahy teplot naměřenými třemi teploměry ve zdravotnickém zařízení. Byly porovnány nejvíce dostupné ušní teploměry v té době a před měřením byly kalibrovány. V první fázi se pozorovaly měření v levém nebo pravém uchu, u pacientů ležících nebo sedících. Měření provádělo 23 sester u dobrovolníků (dvou mužů a dvou žen) třemi typy ušních teploměrů. Dvanáct sester bylo praváků a 11 leváků. Všichni pozorovatelé byli vyškoleni výrobcem. Osm měření bylo provedeno na všech dobrovolnících, všemi typy teploměrů ve dvou po sobě jdoucích měření v levém uchu vleže pak vsedě. Následně se měřilo pravé ucho. Celkem bylo u jednoho člověka získáno 24 hodnot. Mezi jednotlivými měřeními byl odstup 2 minuty, aby se normalizovala teplota ve zvukovodu. Teplota měřena ústy byla měřena po dobu tří minut. Správně by tympanální teplota měla být vyšší než orální. Tento výsledek, ale vyšel jen u jednoho typu teploměru. Teploty, které měřili leváci, byly vyšší než hodnoty naměřené praváky s průměrnými rozdíly od 0,13 °C – 0,41 °C. Zajímavé je, že u leváků byly naměřené teploty vyšší v sedě než v leže a u praváků byly v lehu vyšší teploty než v sedu. V obou případech byly průměrné rozdíly menší než 0,1 °F. Výsledky naznačují, že mezi ušními teploměry jsou statisticky výrazné rozdíly. Ale podstatný vliv na klinickou praxi nemají. V druhé fázi měření se měřilo u pacientů na operačních sálech a JIP. Teploty shromažďovalo 9 sester u 78 pacientů. Ty srovnávaly teplotu jádra měřenou katétrem z plicnice a teplotu tympanální. Pacienti nebo rodinní příslušníci stvrzovali souhlas se studií podpisem. Data byly získávány z dvou po sobě jdoucích měření z každého ucha. Hodnoty naměřené v uchu byly menší, než se očekávalo. Střední rozdíly teplot mezi katétrem a ušními teploměry se zdají být klinicky nevýznamné, ale rozdíly mezi ušními teploměry jsou velké, proto by to mohlo být klinicky významné. Rozdíly v měření ušními teploměry mohou být dány více pozorovateli. Rozsah ušních teploměrů byl vyšší, ale citlivost na horečku byla nižší. (Weiss, 1998)

Ze studie je patrné, že teplota může být ovlivněna i polohou pacienta a také tím, zda pacienta měří pravák nebo levák. Rozdíly jsou sice statisticky významné, avšak odchylky jsou

minimální a pro klinickou praxi nemají význam. Zajímavý výzkum provedl pan Pursell, kdy srovnával teplotu u dětí naměřenou v obou uších.

Doktor Edward Pursell a jeho kolegové srovnávali teplotu naměřenou ušním teploměrem. Do průzkumu bylo zapojeno 244 dětí ve věku 1 rok až 6 let, které navštívily nemocnici v Londýně ambulantně. Byli zapojeni i sourozenci dětských pacientů. Vzorek tvořilo 111 dívek (45 %) a 133 chlapců (55 %). Teplota byla změřená 3x v každém uchu pomocí teploměru Braun ThermoScan. Průměrná teplota byla 36,65 °C s celkovou opakovatelností statistiky 0,78 °C, 0,55 °C v levém uchu a 0,64 °C v pravém uchu. Naměřené hodnoty se nelišily podle věku. Vyloučeny byly děti s febrilním onemocněním a bez informovaného souhlasu rodičů. Byla zaznamenávána i vlhkost vzduchu. Průměrná teplota u dívek byla 36,73 °C, zatímco u chlapců to bylo 36,58 °C. Rozdíl byl také mezi pravým a levým uchem, v levém uchu byla průměrná teplota 36,74 °C, v pravém uchu 36,56 °C. (Pursell, 2009)

Na rozdíl od této studie, nám nešlo o to porovnávat teploty u chlapců a dívek v obou uších, ale sledovat rozdíly naměřených hodnot u dvou teploměrů.

Ostatní výzkumy se spíše zaměřovaly na porovnávání teplot naměřených na různých částech těla. Tyto výzkumy jsou zaměřeny na děti, většina výzkumů je však zaměřena na dospělé.

Ve státě Ohio v dětské nemocnici srovnávali čelní a rektální měření teploty u 40 dětí do 24 měsíců s horečkou nad 38 °C. Průměrný věk byl 10,9 měsíců. Studie se zúčastnilo 22 chlapců (55 %) a 18 holčiček (45 %). Rodiče byli informováni, zapojení do výzkumu bylo dobrovolné. Sestry byly v měření teploty vyškoleny. Čelním teploměrem mířily na čelní tepnu, kde je zajištěn konstantní průtok krve. Porovnávaly pacientův komfort během měření a ošetřovatelský čas nezbytný pro změření. Sestry a ošetřovatelský personál utvořily 3 - 4 členné týmy. A pak se měření u jednoho dítěte opakovaly, ale osoby se střídaly a porovnávaly se naměřené hodnoty. Ošetřovatelský čas se měřil pomocí stopky, zaznamenával se v sekundách. U teploty měřené rektálně se počítal od začátku svlékání dítěte po oblečení dítěte. U teploty měřené temporálně byl měřen od příchodu k dítěti po objevení hodnoty na teploměru. Měření probíhalo co 2 hodiny během 24h., dokud se účastník nestal afebrilní nebo nebyl přeložen na jiné oddělení. Měření prováděly 2 sestry, jedna měřila a druhá vyplňovala škálu. Průměrný rozdíl byl 0,03 °C a 94,7 % měření nebylo rozdílných více než 1 °C. Míra souladu mezi měřeními byla 84,7 %. Komfort pacienta byla sledována pomocí hodnotící

škály FLACC, která hodnotí výraz tváře, končetiny, aktivitu, pláč a utižitelnost. Rektální teploměr měl statisticky významné výsledky, to znamená, že měření pomocí něj bylo nepohodlné. Temporální teploměr šetří 87 % ošetrovatelského času. Teplota změřená na čele zabrala 6 sekund, zatímco rektálně 47 sekund. A měření temporálně je více citlivé pro vnímání změny teploty po podání antipyretik. (Carr a kol., 2011)

U nigerijských novorozenců srovnávali teplotu naměřenou v konečniku s teplotou naměřenou v uchu. Rektální a tympanální teplota byla měřena současně. Jedna sestra měřila teplotu v uchu a druhá v konečniku. Teploměr do konečniku vkládali do hloubky 2-3 cm a měřili po dobu 3 minut. Tympanální teploměr zaváděli do hloubky 0,5 – 1 cm. Výzkum proběhl u 300 dětí ve věku 37 – 42 týdnů, pomocí rtuťového a infračerveného teploměru. Chlapců bylo 166 (55,3 %) a dívek bylo 134 (44,7 %). Průměrný věk byl 7 dní. Průměrná rektální teplota ( $37,34\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) byla významně vyšší než je průměrná tympanální teplota ( $37,25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,56\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Rektální teplotu označují jako nejpřesnější a nejbližší tělesnému jádru. Ale poukazují i na nevýhody – využití jen u dětí, přenos infekce, perforace rekta a otrava rtutí při rozbití teploměru. Měřením tympanálním teploměrem hodnotí kladně pro snadnou přístupnost. Zaznamenali také větší přesnost při měření vyšších teplot. (Duru a kol., 2012)

Podobná studie proběhla i ve Španělsku na Kanárských ostrovech od dubna 2006 do června 2007. V Candelaria University Hospital na oddělení intenzivní péče byl průzkum prováděn u 201 pacientů nad 18 let, všichni pacienti, nebo jejich příbuzní museli podepsat informovaný souhlas. Bezrtuťový teploměr (s obsahem galia), digitální teploměr v axile, infračervený ušní teploměr a čelní teploměr porovnávali s teplotním čidlem v plicnici. Negativní vlivy na ovlivnění hodnoty byly minimalizovány. Platnost, spolehlivost, přesnost, vnější vlivy, odpady, které vytváří, snadné užití, rychlost, trvanlivost, bezpečnost, komfort a cena byla hodnocena u každého teploměru. Celkové hodnotící skóre bylo získáno z těchto parametrů u každého přístroje. Nejlepších výsledků dosáhl bezrtuťový teploměr s průměrnou odchylkou  $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Největší rozdíl měl digitální axilární teploměr se sondou ( $0,988 \pm 0,007$ ). Minimální rozdíl byl mezi teplotou jádra a teplotou naměřenou ušním infračerveným teploměrem ( $- 0,1 \pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Jestliže by hodnotili aspekty jako platnost, spolehlivost, přesnost a vnější vlivy mohl by nejlepším teploměrem být bezrtuťový. A ukázalo se, že po pěti minutách měření je méně přesný než po 12-ti minutách měření. Jestliže by hodnotili vyprodukovaný odpad, snadné použití, rychlost, trvanlivost, bezpečnost, komfort a cenu získal největší skóre digitální axilární teploměr a digitální se sondou. (Rubia- Rubiaa a kol., 2011)

Srovnávání rektálního a infračerveného ušního teploměru provedli na geriatrické jednotce Center hospitalier Universitaire de Lie `ge. Data sbírali po dobu pěti měsíců, byli vyloučeni těžce nemocní pacienti nebo klienti s problémem v rektu nebo uchu. Pacienti měli podepsaný informovaný souhlas a byli starší 65 -ti let. Teplotu v uších měřili pravou rukou a porovnávali hodnoty naměřené v pravém a levém uchu. Rektální tepotu měřili pomocí sondy, která byla napojena na monitor. Průměrná teplota naměřená v uchu byla vyšší než průměrná rektální teplota. (Smitz a kol., 2008)

Některé studie byly zaměřeny na to, zda naměřenou hodnotu neovlivňuje i to, kdo teplotu měří.

Další studie probíhající v Turecku se zaměřila na porovnání teplot naměřených matkami a lékaři u zdravých novorozenců na oddělení neonatologie a pediatrie. Používali teploměr rtuťový, digitální a infračervený. Teplota byla změřena 50-ti dvoudenním dětem, 22 z nich byly děvčátka. Nejdříve bylo matkám vysvětleno, jak mají měřit, vždy nejdříve měřily matky, pak pediatri, aniž by viděli výsledky, jaké naměřily matky. Nejdříve se měřilo rtuťovým teploměrem, následně digitálním a ušním. Vždy ve stejné axile a stejném uchu. V axile měřili po dobu tří minut, v uchu 3 sekundy. U rtuťového teploměru byl rozdíl v měření až o 1,7 °C, u digitálního teploměru byla největší odchylka 2,2 °C a u tympanálního 0,7 °C. (Cultu a kol., 2008)

Na chirurgické JIP v bridgeportské nemocnici, srovnávali infračervený ušní teploměr, rtuťový rektální a arteriální - v plicnici. Arteriální brali jako přesný a podle něj srovnávali. Odchylku o půl stupně brali jako normální. Měřili jí u kriticky nemocných pacientů, kteří měli zavedené čidlo pro snímání teploty v arterii z léčebných důvodů. Zkoumáno bylo 51 pacientů, měření se opakovala 3x a z těchto hodnot udělali průměrnou hodnotu. Měřit mohly sestry, asistenti, lékaři a sestra - edukátorka. Sestry měly 2 přednášky o měření tělesné teploty. Rektální teploměr byl 100 % přesný. Rozdíly mezi ušním a arteriálním byly různé podle kategorie pozorovatelů, 98 % přesnost měly sestry – edukátorky, 80 % sestry, 61 % asistenti a lékaři. (Amoateng- Adjepongy, 1999)

V Česku se takové to výzkumy dělají výjimečně. Přesto jeden proběh v roce 2005.

V České republice se porovnáváním teploměrů věnovaly sestry na oddělení cévní chirurgie JIMP a standardním oddělení v pražské nemocnici na Homolce. Měření prováděly 2 měsíce

v roce 2005. Porovnávaly klasický rtuťový teploměr a teploměr tympanální. Tento teploměr jim byl zapůjčen, následně vyškolily personál, jak s teploměrem měřit. Upozornily na odchylky (měření tympanálním teploměrem je v blízkosti hypotalamu, hodnota může být až o 0,5 °C větší). Autorky článku velmi pozitivně hodnotí tympanální teploměr, a to v několika oblastech. Odpadá dezinfekce, neboť jsou výměnné krytky. Doba měření je několik sekund, čímž se výrazně šetří čas personálu. Je komfortní pro pacienta – není nutné s ním zbytečně manipulovat. Přesnost měření s odchylkou +/-0,1 °C. (Janotová, Pokorná, 2005)

## **5.1 Doporučení pro praxi**

Na českém i světovém trhu se vyskytuje velké množství teploměrů, od různých firem. Každý výrobce doporučuje, že je jeho teploměr přesný, s odchylkou měření 0,1 – 0,2 °C. Ale při srovnávání mezi dvěma teploměry od různých výrobců, byly odchylky mezi měřeními větší. Na vině může být nespolutracující pacient nebo teplota okolního prostředí. Doporučujeme pro další výzkum srovnat teploměry v laboratoři. Výzkum, který by se více zaměřil na přesnost a správnost teploměrů. Pro používání teploměrů v nemocnici bychom daly přednost elektronickým teploměrům. Jsou sice finančně náročné, ale šetří čas personálu krátkým měřením a tím, že odpadá dezinfekce. Zvláště na dětském oddělení by se tato teploměry vyplatily. Pro děti je vhodné měřit co nejkratší dobu, protože na rozdíl od dospělých malým dětem se těžko vysvětluje, proč je nutné teplotu změřit. Mohou být neklidné, plačtivé a nespolutracující.

## **5.2 Závěr**

Práce nazvaná „Přesnost měření u rektálních a tympanálních teploměrů využívaných na dětském oddělení“ byla rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V teoretické části se práce zabývá termoregulací člověka, tělesným jádrem, obalem, termoregulací malých dětí a starých lidí, tepelným stresem, termogenezí, tvorbou tepla u dětí, mechanismy výdeje tělesného tepla, fyzikálními mechanismy transportu tepla. Dále se zabývá tělesnou teplotou, měřením teploty, druhy teploměrů, typy horeček, anatomií zvukovodu, bubínku a konečníku. V praktické části byla nastíněna metodika výzkumu, charakterizován zkoumaný vzorek, jsou popsány výhody a nevýhody zkoumaných teploměrů, zaměřili jsme se především na komfort měření, jež obsahuje rychlost, nutnost dezinfekce, manipulaci s teploměrem, cenovou

dostupnost. Dále jsme porovnávali odchylky teplot mezi naměřenými hodnotami. Výzkum byl prováděn v krajské nemocnici na dětském oddělení v červnu a říjnu až prosinci 2012. A dále byl výzkum prováděn na studentech v prostorách kolejí. Dohromady bylo všemi teploměry naměřeno 1240 hodnot. Ve studii byly použity čtyři teploměry, porovnával se elektronický ušní s infračerveným ušním. A dále elektronický rektální a digitální rektální teploměr. Mezi naměřenými hodnotami rektálními teploměry nejsou statisticky významné rozdíly. Nulová hypotéza byla přijata. Mezi naměřenými hodnotami ušními teploměry je statisticky významný rozdíl. Nulová hypotéza byla zamítnuta a byla přijata hypotéza alternativní. Teploměry sice oba měří přesně, ale neměří správně. Nelze určit, který měří správněji, protože by se jejich měření muselo porovnat s jiným standardním teploměrem. Elektronický teploměr měřil vyšší teploty než teploměr infračervený. Co se týče uživatelského komfortu teploměrů, dáváme přednost elektronickému teploměru, ale jeho velkou nevýhodou je pořizovací cena.

## 6 Seznam použité literatury

1. AMOATENG-ADJEPONG, Y., DEL MUNDO, J., A. MANTHOUS, C., A., *Accuracy of an Infrared Tympanic Thermometer*, [online]. CHEST.1999; vol. 115, č. 4, p. 1002-1005. Dostupné na: <http://journal.publications.chestnet.org/article.aspx?articleid=1077079>
2. BEDÁŇOVÁ, I., VEČEREK, V., *Základy statistiky pro studující veterinární medicíny a farmacie*. vyd. 1. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2007, 130 s. ISBN 978-80-7305-026-9.
3. BERÁNKOVÁ, M., FLEKOVÁ, A., HOLZHAUSEROVÁ, B., *První pomoc*, 1. vyd. Praha : INFORMATORIUM, 2002, 199s. ISBN 80-86073-99-8
4. BETTA, V., CASCETTA, F., SEPE, D., *An assessment of infrared tympanic thermometers for body temperature measurement*, [online], IOPscience, 1997, vol. 18, p. 215-225, dostupné na: <http://iopscience.iop.org/0967-3334/18/3/006>
5. BREZINŠČAK, M., *Veličiny a jednotky v technické praxi*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1970. 468 s., ISBN 04-018-70
6. CAPKO, J., *Základy fyziatrické léčby*, 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 1998, 396s. ISBN 80-7169-341-3
7. CARR, E., A., WILMOTH, M., L., ELIADES, A., B., BAKER, P., J., SHELESTAK, D., HEISROTH, K., L., STONER, K., H., *Comparison of temporal artery to rectal temperature measurements in children up to 24 months*, [online]. ELSEVIER, 2011, vol. 26, p. 179-185. Dostupné na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0882596309004126>
8. CULTU, O., YILDIRIM, I., CEYHAN, M., KOKRMAZ, A., YURDAKOK, M., KARAAGAOGLU, E., SECMEER, G., *Comparing body temperature measurements by mothers and physicians using mercury-in-glass, digital mercury and infrared tympanic membrane thermometers in healthy newborn babies*, [online]. The Turkish Journal of Pediatrics, 2008, vol. 50, p. 354-358. Dostupné na: [http://www.turkishjournalpediatrics.org/pediatrics/pdf/pdf\\_TJP\\_536.pdf](http://www.turkishjournalpediatrics.org/pediatrics/pdf/pdf_TJP_536.pdf)



9. ČAJKA, L.; AUGUSTYNEK, M.; KAŠÍK, V., *Design and realization of a human body temperature*. [online]. *Lékař a technika*, 2008, vol. 38, no. 2, p. 201-202. ISSN 0301-5491. Dostupné na: [http://www.sbmili.cz/journal/LaT\\_2008\\_2.pdf#page=150](http://www.sbmili.cz/journal/LaT_2008_2.pdf#page=150)
10. DURU, C., O., AKINBAMI, F., O., ORIMADEGUN, A., E., *A comparison of tympanic and rectal temperatures in term Nigerian neonates*, [online]. Research article, 2012, vol. 86, no. 12, ISSN 1471-2431. Dostupné na: <http://www.biomedcentral.com/1471-2431/12/86/>
11. ELIŠKOVÁ, M., NAŇKA, O., *Přehled anatomie*. Druhý dotisk 1. vydání. Praha : Karolinum, 2007, 309s. ISBN 978-80-246-1216-4
12. EL-RADHI, A. S., PATEL, S. An evaluation of tympanic thermometry in a paediatric emergency department. *Emerg Med J*. 2006, no. 23, p. 40-41. ISSN 1472-0213.
13. EL-RADHI, A. S., BARRY, W. Thermometry in paediatric practise. *Arch Dis Child*. [online]. 2006, no. 91, p. 351-356. ISSN 14682044.
14. GREGORA, M., VELEMÍNSKÝ, M., ml., *Nová kniha o těhotenství a mateřství* 1. Vyd., Praha: Grada Publishing, 2011, 240s., 978-80-247-3081-3
15. HANZLÍKOVÁ, R. *Měření tělesné teploty novorozence bezdotykovým teploměrem*. *Neonatologické listy*, 2006, roč. 12, č. 2, s. 37. ISSN 1211-1600.
16. CHROBÁK, L., a kol., *Propedeutika vnitřního lékařství*, 2.vyd. Praha : Grada Publishing, 2007, 244s. ISBN 978-80-247-1309-0
17. JANDOVÁ, D., *Balneologie*, 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2009, 424s. + 16 s. barevné přílohy, ISBN 978-80-247-2820-9
18. JANOTOVÁ, M.; POKORNÁ, V., *Tympanální měření tělesné teploty*. *Sestra*, [online]., 2005, roč. 15, č. 12, s. 24-25. ISSN 1210-0404. Dostupné na: <http://zdravi.e15.cz/clanek/sestra/tympanalni-mereni-telesne-teploty-283652>
19. JENSEN, B., N., JENSEN, F., S., MADSEN, S., N., LØSSL, *Accuracy of Digital Tympanic, Oral, Axillary, and Rectal Thermometers Compared with Standard Rectal Mercury*

*Thermometers*, [online]., ORIGINAL ARTICLE, 2000, vol. 166, p. 848-851. Dostupné na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11097149>

20. KHORSHID, L., ESER, I., ZAYBAK, A., YAPUCU, U., *Comparing mercury-in-glass, tympanic and disposable thermometers in measuring body temperature in healthy young people*, *Journal of Clinical Nursing*, [online]., 2004, vol. 14, p. 496-500. Dostupné na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2702.2004.01076.x/abstract;jsessionid=09957DB3F06E03B2CC330A66C2218A41.d04t02?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>

21. KITTAR, O., MLČEK, M., *Atlas fyziologických autoregulací*, 1.vyd. Praha : Grada Publishing, 2009, 320s., ISBN 978-80-247-2722-6

22. MACHYÁNOVÁ, I., *Využívání teploměrů v ošetrovatelské praxi na pediatrických pracovištích* [on line]. 2012. S. 69. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice. Dostupné na: [http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/46183/3/MachyanovaI\\_VyuzivaniTeplomeru\\_EH\\_2012.pdf](http://dspace.upce.cz/bitstream/10195/46183/3/MachyanovaI_VyuzivaniTeplomeru_EH_2012.pdf)

23. MANKEKAR, G., *Infrared tympanic thermometry*, *New Instrument*, 1999, vol. 51, no. 2. Dostupné na: <http://link.springer.com/article/10.1007%2F978-0-299-8003-7?LI=true>

24. MC PHEE, I., *Fyzika bez (m)učení, od elektronu ke kosmické rychlosti: Teorie relativity v každodenním životě*, 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2012, 176s. ISBN 978-80-247-4124-6

25. MEJZLÍK, J., POKORNÝ, K., a kol., *Zevní zvukovod*, 1.vyd. Havlíčkův Brod : TOBIÁŠ 2007, 270s. ISBN 978-80-7311-092-5

26. MIKŠOVÁ, Z., FROŇKOVÁ, M., HERNOVÁ, R., ZAJÍČKOVÁ, M., *Kapitoly z ošetrovatelské péče I*, aktualizované a doplněné 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2006, 248str., ISBN 80-247-1442-6

27. MLÝNKOVÁ, J., *Pečovatelství I. díl*, 1.vyd. Praha : Grada Publishing, 2010, 276s., ISBN 978-80-247-3184-1

28. MOUREK, J., *Fyziologie pro studenty zdravotnických oborů*, 2. doplněné vyd. Praha : Grada Publishing, 2012, 224s., ISBN 978-80-247-3918-2.

29. MUNTAU, A. C., *Pediatric*. 4. vyd. Praha : Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2525-3.

30. LANGMEIER, M., a kol., *Základy lékařské fyziologie*, 1.vyd., Praha : Grada Publishing, 2009, 320s., ISBN 978-80-247-2526-0
31. PURSSELL, E., *Tympanic thermometry – normal temperature and reliability*, [online]., *Pediatric nursing*, 2009, vol. 21, no. 6, p. 40-44, dostupné na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19623803>
32. RICHARDS, A., EDWARDS, S., *Repetitorium pro zdravotní sestry*, 1.vyd. Praha : Grada Publishing, 2004, 376s. ISBN 80-247-0932-5
33. ROSINA, J., KOLÁŘOVÁ, H., STANEK, J., *Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů*, 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2006, 232s. ISBN 80-247-1384-7
34. *Rtuťové teploměry zmizely z pultů, EU je zakázala kvůli životnímu prostředí*, [online]. *IDNES*, 2009, dostupné z: [http://zpravy.idnes.cz/rtutove-teplomery-zmizely-z-pultu-eu-je-zakazala-kvuli-zivotnimu-prostredi-1ws-/domaci.aspx?c=A090702\\_145411\\_domaci\\_pje](http://zpravy.idnes.cz/rtutove-teplomery-zmizely-z-pultu-eu-je-zakazala-kvuli-zivotnimu-prostredi-1ws-/domaci.aspx?c=A090702_145411_domaci_pje)
35. RUBIA-RUBIAA, J., ARIASB, A., SIERRAB, A., AGUIRRE- JAIMEC, A., *Measurement of body temperature in adult patients*, [online]. *International Journal of Nursing Studies*, 2011, vol. 48, no.7, p.872-880
36. SHIBASAKI, M., KONDO, N., TOMINAGA, H., AOKI, K., HASEGAWA, E., IDOTA, Y., MORIWAKI, T., *Continuous measurement of tympanic temperature with a new infrared method using an optical fiber*, [online]. *Journal of Applied Physiology*, 1998, vol. 85, p. 921-926. Dostupné na: <http://jap.physiology.org/content/85/3/921.short>
37. SIEGER, L., *Infračervený teploměr v medicíně*. *Lékař a technika*, 2006, vol. 36, no. 2, p. 87-90. ISSN 0301-5491.
38. SMITZ, S., DE WINCKEL, A. V., SMITZ, M. F., *Reliability of infrared ear thermometry in the prediction of rectal temperature in older inpatients*, [online]. *Journal of Clinical Nursing*, 11. 6. 2008, vol. 18, p. 451–456. Dostupné na: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5349>
39. STAAIJ, B., K., ROVERS, M., M., SCHILDER, A., G., HOES, A., W., *Accuracy and feasibility of daily infrared tympanic membrane temperature measurements in the identification of fever in children*, [online]. *ELSEVIER, International journal of Pediatric*

Otorinolaryngology, 2003, vol. 67, p. 1091-1097. Dostupné na:  
file://localhost/H:/články/článek29.pdf

40. WEISS, M., E., SITZER, V., CLARKE, M., HALEY, K., RICHARDS, M., SANCHEZ, A., GOCKA, I., *A comparison of temperature measurements using tree ear thermometers*, [online]. Applied Nursing Research, 1998, vol. 11, no. 4, p. 158-166.

41. WORKMAN, B. A., CLARE, L. B., *Klíčové dovednosti sester*, 1.vyd. Praha : Grada Publishing, 2006, 260s. ISBN 80-247-1714-X

41. WILSHAW, R., BECKSTRAND, R., WAID, D., SCHAALJE, B., *A comparison of the use of tympanic, axillary and rectal thermometers in infants*, [online]. Journal of Pediatric Nursing, 1999, vol. 14, no. 2, p. 88- 94. Dostupné na:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0882596399800426>

## 7 Seznam použitých zkratk

a. – arterie - tepna

Aj. - a jiné

ANS – autonomní nervový systém

AP – aritmetický průměr

ARO – anesteziologicko – resuscitační oddělení

a.s. – akciová společnost

°C – stupeň Celsia, jednotka teploty

CNS – centrální nervová soustava

č. – číslo

EU – Evropská unie

F

°F – stupeň Fahrenheita, jednotka teploty

g – gram

h. - hodnota

$H_A$  – alternativní hypotéza

$H_0$  – nulová hypotéza

J – joule – jednotka tepla

JIP – jednotka intenzivní péče

K – Kelvin, jednotka teploty u termodynamiky

Kč – korun českých

max. - maximum

min. – minimum

mm – milimetr

ml – mililitr

n. - nervus – nerv

N – počet naměřených hodnot

N – newton – jednotka síly

NaCl – Chlorid sodný

např. - například

p – udává mezní hladinu významnosti

°R – stupeň Réaumura

sm. odch. – směrodatná odchylka

str. - strana

v. - véna - žíla

tz. to znamená

tzv. tak zvaný

## **8 Seznam tabulek**

Tabulka č. 1: Ušní teploměry na dětech

Tabulka č. 2: Intervaly odchylek naměřených ušními teploměry u dětí

Tabulka č. 3: Ušní teploměry na studentech

Tabulka č. 4: Odchytky ušních teploměrů na studentech

Tabulka č. 5: Výsledky ušních teploměrů na studentech

Tabulka č. 6: Aritmetické průměry a výběrové směrodatné odchylky z 5 měření teploty daným typem teploměru pro studenty 1 až 41.

Tabulka č. 7: Statistické zpracování měření teplot u 41 studentů

Tabulka č. 8: Výsledky 2x15 měření na mé osobě ušními teploměry

Tabulka č. 9: Odchytky naměřené na mé osobě

Tabulka č. 10: Rektální teploměry – popisné charakteristiky souborů dat

Tabulka č. 11: Odchytky rektálních teplot naměřených u dětí

### **8.1 Seznam obrázků**

Obrázek č. 1: Graf mediánů teplot u dětí

Obrázek č. 2: Graf odchylek teplot ušních teploměrů u dětí

Obrázek č. 3: Graf teplot u studentů

Obrázek č. 4: Graf odchylek teplot naměřených u studentů

Obrázek č. 5: Graf mediánů teplot na mé osobě

Obrázek č. 6: Graf odchylek teplot na mé osobě

Obrázek č. 7: Graf mediánů teplot naměřených u dětí v rektu

Obrázek č. 8: Graf odchylek u rektálních teploměrů

## **8.2 Seznam příloh**

Příloha č. 1: Žádost o povolení výzkumu etickou komisí

Příloha č. 2: Informovaný souhlas

Příloha č. 3: Vyhláška Evropské unie

Příloha č. 4: Fotografie teploměrů – archiv autora

Příloha č. 5: Měření ušním elektronickým teploměrem

Příloha č. 6: Měření ušním infračerveným teploměrem

Příloha č. 7: Měření rektálním elektronickým teploměrem

Příloha č. 8: Měření rektálním digitálním teploměrem

## **8.3 Seznam fotografií**

Fotografie č. 1: Elektronický ušní teploměr

Fotografie č. 2: Infračervený ušní teploměr

Fotografie č. 3: Elektronický rektální teploměr

Fotografie č. 4: Digitální rektální teploměr

Fotografie č. 5: Elektronický axilární teploměr

Fotografie č. 6: Skleněný bezrtuťový teploměr a digitální teploměr

Fotografie č. 7: Postup měření: vyndání teploměru z pouzdra

Fotografie č. 8: Nasazení plastové krytky

Fotografie č. 9: Krytka je nasazená

Fotografie č. 10: Teploměr je připraven pro měření

Fotografie č. 11: Naměřená tělesná teplota

Fotografie č. 12: Odstranění plastové krytky z teploměru



Fotografie č. 13: Zapnutí teploměru

Fotografie č. 14: Teploměr je připraven k měření

Fotografie č. 15: Naměřená hodnota

Fotografie č. 16: Dezinfekce teploměru dezinfekčním čtverečkem

Fotografie č. 17: Vložení konce sondy do konečníku dítěte

Fotografie č. 18: Odhození použité plastové krytky do emitní misky

Fotografie č. 19: Zasunutí konce teploměru do konečníku dítěte

Fotografie č. 20: Odhození použitého teploměru do emitní misky

## 9 Přílohy

Příloha č. 1: Žádost o povolení výzkumu etickou komisí

**Věc: Žádost o projednání a schválení výzkumného šetření etickou komisí krajské nemocnice.**

Žádáme etickou komisi krajské nemocnice, o projednání a schválení výzkumného šetření realizovaného v rámci Studentské grantové soutěže Univerzity Pardubice.

Název výzkumného šetření je „Přesnost měření u teploměrů užívaných na dětském oddělení“. Cílem je porovnat přesnost měření, uživatelský komfort, bezpečnost a cenu u různých druhů teploměrů používaných na dětském oddělení.

V prospektivní studii plánujeme měřit tělesnou teplotu dětí hospitalizovaných na Dětském oddělení Pardubické krajské nemocnice, a.s. různými typy lékařských teploměrů pro měření v axile, rektu a uchu (digitální, infra teploměr, bezkontaktní teploměr, skleněný bezrtuťový teploměr) – u každého dítěte nejvíce třemi typy teploměrů během jednoho měření. Používané teploměry budou mít doklad o splnění technických kvalifikačních předpokladů. Rtuťové teploměry nebudou používány.

Měření budou provádět dvě studentky magisterského studijního programu Ošetrovatelství, všeobecné sestry s bakalářským stupněm vzdělání. Předpokládaná frekvence měření je jedenkrát, maximálně dvakrát za týden. Předpokládaný termín zahájení šetření je říjen 2012, ukončení sběru dat březen 2013.

Rodiče budou o výzkumu informováni prostřednictvím Informovaného souhlasu, který přikládáme v Příloze 1.

Primář oddělení a vrchní sestra byli o výzkumu informováni a souhlasí s ním.

Děkujeme za posouzení.

Přílohy:

Příloha 1 Informovaný souhlas

## Příloha č. 2

### **INFORMOVANÝ SOUHLAS**

Vážená paní, Vážený pane,

v současné době provádíme na Dětském oddělení Pardubické krajské nemocnice, a.s. ve spolupráci s Fakultou zdravotnických studií Univerzity Pardubice výzkum, jehož cílem je porovnat přesnost měření, uživatelský komfort, bezpečnost a cenu u různých druhů teploměrů užívaných na dětském oddělení.

#### Průběh studie

Vašemu dítěti bude v době hospitalizace, jedenkrát, maximálně dvakrát za týden, změřena tělesná teplota dvěma až třemi typy lékařských teploměrů (např. digitálním, infra teploměrem, bezkontaktním teploměrem, skleněným bezrtuťovým teploměrem). Předpokládáme, že tento výkon bude trvat 10 - 15 minut. Měření budou provádět dvě studentky magisterského studijního programu Ošetřovatelství z Fakulty zdravotnických studií Univerzity Pardubice. Obě mají kvalifikaci všeobecná sestra s bakalářským stupněm vzdělání.

#### Možná rizika

Účast ve studii nepřináší žádná zdravotní rizika, nejedná se o invazivní vyšetření. Používané teploměry mají doklad o splnění technických kvalifikačních předpokladů. Rtuťové teploměry nejsou používány. Děti, jejichž zákonní zástupci nepodepíší informovaný souhlas, nebudou do studie zařazeny.

#### Ochrana osobních dat

Osobní data Vašeho dítěte nebudeme používat, pracovat budeme pouze s naměřenými hodnotami.

#### Souhlas a odmítnutí studie

Prosíme Vás o vyjádření, zda s účastí Vašeho dítěte ve studii souhlasíte. Účast ve studii je zcela dobrovolná, není honorovaná a není pro Vás spojena se žádnými náklady. Máte právo kdykoli svůj souhlas k účasti v této studii zrušit bez udání důvodu. Případné odmítnutí nebude mít pro Vás ani pro Vaše dítě žádné nevýhody nebo negativní následky.

Stvrzuji svým podpisem, že jsem byla/byl srozumitelnou formou poučena/poučen o cíli, významu a možných rizicích probíhající studie. Je mi známo, že účast ve studii je dobrovolná a že mohu kdykoli bez udání důvodu a bez následků na další poskytovanou péči svůj souhlas k této studii vzít zpět.

Souhlasím/nesouhlasím (nehodící se škrtněte),

aby dítě ..... (doplňte jméno a příjmení)

bylo do studie zařazeno.

Jméno a příjmení zákonného zástupce .....

Dne .....

Podpis.....

## II

(Nelegislativní akty)

## NAŘÍZENÍ

NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 847/2012

ze dne 19. září 2012,

kterým se mění příloha XVII nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek (REACH), pokud jde o rtuť

(Text s významem pro EHP)

EVROPSKÁ KOMISE,

ve zdravotnictví, zejména sfygmomanometry, anebo určená k jinému profesionálnímu a průmyslovému použití.

s ohledem na Smlouvu o fungování Evropské unie,

s ohledem na nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnice Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES<sup>(1)</sup>, a zejména na čl. 68 odst. 1 uvedeného nařízení,

(3) Rada opakovaně potvrdila svůj závazek vůči ochraně lidského zdraví a životního prostředí před uvolňováním rtuti a jejích sloučenin minimalizací a, pokud je to možné, konečnou eliminací antropogenního uvolňování rtuti do ovzduší, vody a půdy. V této souvislosti Rada zdůraznila, že v případě existence schůdných alternativ by mělo být co nejrychleji a v co největší míře postupně ukončeno používání výrobků obsahujících rtuť, přičemž konečným cílem je postupné ukončení používání veškerých výrobků obsahujících rtuť, při zohlednění technických a ekonomických podmínek a potřeb vědeckého výzkumu a vývoje<sup>(4)</sup>.

vzhledem k těmto důvodům:

- (1) Ve svém sdělení Radě a Evropskému parlamentu o strategii Společenství týkající se rtuti<sup>(2)</sup> Komise přednesla, že je nutné snížit hladiny rtuti v životním prostředí a vystavení člověka jejím účinkům, a jako cíle navrhla mj. snížit vstup rtuti do oběhu ve společnosti omezením její nabídky a poptávky, snížením emisí rtuti a ochranou před nimi.
- (2) Strategie byla přezkoumána v roce 2010 ve sdělení Komise Evropskému parlamentu a Radě o přezkumu strategie Společenství týkající se rtuti<sup>(3)</sup>, ve kterém Komise potvrdila, že bude pokračovat v rozšiřování stávajících omezení uvádění na trh některých měřicích zařízení obsahujících rtuť na další zařízení používaná

- (4) Rtuť a její sloučeniny jsou vysoce toxické pro člověka, ekosystémy a volně žijící živočichy a rostliny. Vysoké dávky rtuti mohou mít smrtelné následky pro člověka, ale i poměrně nízké dávky mohou mít vážné nepříznivé dopady na vývoj nervového systému, a jsou spojovány se škodlivými účinky na kardiovaskulární, imunitní a reprodukční systém člověka. Rtuť je považována za globálně působící a perzistentní znečišťující látku vyskytující se ve vzduchu, vodním prostředí, sedimentech, půdě i živých organismech v různých formách. V životním prostředí se může přeměnit na methylrtuť, svou nejtoxickejší formu. Účinky methylrtuti na biotu se potencují zejména ve vodním potravinovém řetězci, čímž dochází k ohrožení člověka a volně žijících živočichů s vysokou spotřebou ryb a mořských plodů. Methylrtuť snadno proniká placentární i hemato-encefalickou bariérou, čímž dokáže omezit potenciální duševní rozvoj člověka ještě před narozením, a její expozicí je tudíž nejvíce ohroženo

<sup>(1)</sup> Úř. věst. L 396, 30.12.2006, s. 1.<sup>(2)</sup> KOM(2005) 20 v konečném znění.<sup>(3)</sup> KOM(2010) 723 v konečném znění.<sup>(4)</sup> Závěry Rady ze dne 15. března 2011 k „Přezkumu strategie Společenství týkající se rtuti“ ze dne 4. prosince 2008 nazvané „Řešení celosvětových problémů souvisejících se rtuť“ a ze dne 24. června 2005 ohledně „Strategie Společenství týkající se rtuti“.

- zdraví dětí a žen v reprodukčním věku. Rtuť a její produkty přeměny, především methylrtuť, představují stejné riziko jako perzistentní, bioakumulativní a toxické látky (PBT) a jsou schopny se šířit na dlouhé vzdálenosti.
- (5) Měřicí zařízení používající rtuť jsou rozšířená v celé Evropě, což potenciálně vede k uvolňování rtuti do životního prostředí během všech fází jejich životního cyklu a přispívá k všeobecnému šíření rtuti, a tím také k vystavení živých organismů a člověka jejím účinkům skrze životní prostředí.
- (6) Nařízení (ES) č. 1907/2006 v poloze 18a přílohy XVII stanoví zákaz uvádění na trh rtuťových teploměrů na určování tělesné teploty, jakož i dalších měřících zařízení určených k prodeji široké veřejnosti, a požaduje, aby Komise přezkoumala bezpečnější, technicky a ekonomicky dostupné alternativy k sfygmomanometrům obsahujícím rtuť a jiným měřícím zařízením využívaným ve zdravotnictví a pro jiná profesionální a průmyslová použití. Na základě přezkumu, anebo jakmile budou k dispozici nové informace týkající se spolehlivých bezpečnějších alternativ k sfygmomanometrům a dalším měřícím zařízením obsahujícím rtuť, Komise případně předloží legislativní návrh na rozšíření omezení uvedených v poloze 18a na sfygmomanometry a jiná měřící zařízení používaná ve zdravotnictví a pro jiná profesionální a průmyslová použití, aby bylo používání rtuti v měřících zařízeních postupně ukončeno, jakmile to bude technicky a ekonomicky proveditelné.
- (7) Na základě významného množství nově získaných informací Komise zaslala Evropské agentuře pro chemické látky (dále jen „Agentura“) svou zprávu o přezkumu, a požádala ji, aby připravila návrhy odpovídající požadavkům uvedeným v příloze XV nařízení (ES) č. 1907/2006 v souladu s článkem 69 uvedeného nařízení.
- (8) Agentura připravila návrh na omezení používání rtuti v následujících měřících zařízeních s průmyslovým a profesionálním využitím (včetně zdravotnictví): rtuť obsahujících barometrech, vlhkoměrech, manometrech, sfygmomanometrech, tenzometrech využívaných v pletysmografii, tenziometrech, teploměrech a ostatních neelektrických přístrojích určených k měření teploty, rtuť obsahujících měřících pro stanovení bodu měknutí a ve rtuťových pyknomelech. Z návrhu vyplývá, že je nezbytné podniknout kroky k řešení situace na úrovni celé Unie, aby se zamezilo riziku pro lidské zdraví a životní prostředí plynoucímu z používání rtuti v těchto měřících zařízeních.
- (9) Alternativní měřící zařízení neobsahující rtuť jsou dostupná a jejich používání představuje výrazně nižší zdravotní a environmentální riziko než je riziko spojené s používáním měřících zařízení s obsahem rtuti.
- (10) U probíhajících epidemiologických studií, které využívají sfygmomanometry obsahující rtuť, by se neměla měnit metoda měření, a proto by měla být povolena výjimka do doby dokončení těchto studií. Pro sfygmomanometry využívané jako referenční standard k validaci zařízení neobsahujících rtuť nebylo možné stanovit časové období potřebné k vývoji a schválení alternativních zařízení neobsahujících rtuť jako referenčních standardů, a proto by měla být výjimka pro tato zařízení bez časového omezení.
- (11) Pro teploměry určené výhradně k provádění standardizovaných testů, které vyžadují použití rtuťových teploměrů, je třeba určit časové období potřebné pro úpravu těchto standardizovaných testů, a proto by měla být povolena výjimka na dobu 5 let. Z důvodu, že je rtuť využívána jako referenční bod v mezinárodní teplotní stupnici z roku 1990, měla by rovněž být povolena výjimka bez časového omezení pro kyvety trojného bodu rtuti, které jsou určené ke kalibraci platinových odporových teploměrů.
- (12) K porozimetrům, rtuťovým elektrodám používaným ve voltometrii a rtuťovým senzorům používaným k měření C–V charakteristik neexistují dostupná alternativní technická řešení, a proto pro tato měřící zařízení nejsou navrhována omezení.
- (13) Výjimka z tohoto požadavku by měla být stanovena tak, aby umožnila běžný prodej a nákup historicky cenných rtuť obsahujících měřících zařízení, která lze považovat za starožitnosti nebo součást kulturního dědictví. Nařízení (ES) č. 1907/2006 v poloze 18a přílohy XVII umožňuje uvádět na trh měřící zařízení obsahující rtuť určená k prodeji široké veřejnosti, jiná než teploměry na určování tělesné teploty, pokud jejich stáří k 3. říjnu 2007 přesáhlo 50 let. V zájmu srozumitelnosti by se mělo obdobně stanovení stáří použít u výjimky týkající se starých měřících zařízení s průmyslovým a profesionálním využitím (včetně zdravotnictví).
- (14) Výjimka by měla být udělována rovněž pro měřící zařízení určená k vystavování za účelem kulturním a historickým, včetně těch, která nedosáhla stáří 50 let, avšak představují historickou a kulturní hodnotu.
- (15) Dne 8. června 2011 přijal Výbor pro posuzování rizik Agentury své stanovisko k navrhovanému omezení, jež na úrovni Unie považuje za nejúčinnější opatření ke snížení identifikovaných rizik.
- (16) Dne 15. září 2011 přijal Výbor pro socioekonomickou analýzu Agentury své stanovisko, ve kterém považuje navrhované opatření na úrovni Unie za nejvhodnější

- způsob omezení zjištěných rizik z hlediska poměru jeho socioekonomických přínosů a nákladů.
- (17) Agentura stanoviska Výboru pro posuzování rizik a Výboru pro socioekonomickou analýzu předložila Komisi.
- (18) Nařízení (ES) č. 1907/2006 by proto mělo být odpovídajícím způsobem změněno.
- (19) Je vhodné poskytnout dotčeným zúčastněným stranám přiměřenou lhůtu k přijetí opatření, jež mohou být požadována k zajištění souladu s opatřeními stanovenými tímto nařízením.
- (20) Opatření stanovená tímto nařízením jsou v souladu se stanoviskem výboru zřízeného podle článku 133 nařízení (ES) č. 1907/2006,

PŘIJALA TOTO NAŘÍZENÍ:

#### Článek 1

Příloha XVII nařízení (ES) č. 1907/2006 se mění v souladu s přílohou tohoto nařízení.

#### Článek 2

Toto nařízení vstupuje v platnost dvacátým dnem po vyhlášení v *Úředním věstníku Evropské unie*.

Použije se od 10. dubna 2014.

Toto nařízení je závazné v celém rozsahu a přímo použitelné ve všech členských státech.

V Bruselu dne 19. září 2012.

Za Komisi

José Manuel BARROSO

*předseda*

## PŘÍLOHA

Položka 18a v příloze XVII nařízení (ES) č. 1907/2006 se mění takto:

- 1) odstavec 4 se zrušuje;
- 2) doplňují se nové odstavce 5 až 8, které znějí:

„5. Následující měřicí zařízení obsahující rtuť určená pro profesionální a průmyslové použití nesmí být uváděna na trh po 10. dubnu 2014:

- a) barometry;
- b) vlhkoměry;
- c) manometry;
- d) sfygmomanometry;
- e) pletysmografy vybavené tenzometry;
- f) tenziometry;
- g) teploměry a další neelektrická zařízení určená k měření teploty.

Omezení se rovněž vztahují na měřicí zařízení podle písmen a) až g), která jsou uváděna na trh bez náplně s cílem pozdějšího naplnění rtutí.

6. Omezení v odst. 5 se nevztahují na:

- a) sfygmomanometry určené k použití:
  - i) v epidemiologických studiích, které probíhají ke dni 10. října 2012,
  - ii) jako referenční standardy při klinických validačních studiích zaměřených na používání sfygmomanometrů bez obsahu rtuti;
- b) teploměry výhradně určené k provádění standardizovaných testů, které vyžadují použití rtuťových teploměrů do 10. října 2017;
- c) kvety trojného bodu rtuti, určené pro kalibraci platinových odporových teploměrů.

7. Následující měřicí zařízení obsahující rtuť určená pro profesionální a průmyslová použití se nesmí uvádět na trh po 10. dubnu 2014:

- a) rtuťové pyknometry;
- b) rtuť obsahující měřicí přístroje k určení bodu měknutí.

8. Omezení podle odstavců 5 a 7 se nevztahují na:

- a) měřicí zařízení, jejichž stáří ke dni 3. října 2007 překročilo 50 let;
- b) měřicí zařízení vystavovaná k účelům kulturním a historickým.“

Příloha č. 4: Fotografie teploměrů – archiv autora, spoluautor Martina Maleňáková

Fotografie č. 1: Elektronický ušní teploměr



Fotografie č. 2: Infračervený ušní teploměr





Fotografie č. 3: Elektronický rektální teploměr, Fotografie č. 4: Digitální rektální teploměr



Fotografie č. 5: Elektronický axilární teploměr, Fotografie č. 6: Bezrtuťový teploměr a digitální teploměr



Příloha č. 5: Měření ušním elektronickým teploměrem

Fotografie č. 7: Vydání teploměru z pouzdra



Fotografie č. 8: Nasazení plastové krytky



Fotografie č. 9: Krytka je nasazená



Fotografie č. 10: Teploměr je připraven pro měření



Fotografie č. 11: Naměřená tělesná teplota



Fotografie č. 12: Odstranění plastové krytky z teploměru



Příloha č. 6: Měření ušním infračerveným teploměrem

Fotografie č. 13: Zapnutí teploměru



Fotografie č. 14: Teploměr je připraven k měření, Fotografie č. 15: Naměřená hodnota



Fotografie č. 16: Dezinfekce teploměru dezinfekčním čtverečkem



Příloha č. 6: Měření rektálním elektronickým teploměrem

Fotografie č. 17: Vložení konce sondy do konečníku dítěte



Fotografie č. 18: Odhození použité plastové krytky do emitní misky



Příloha č. 13: Měření rektálním digitálním teploměrem

Fotografie č. 19: Zasunutí konce teploměru do konečníku dítěte



Fotografie č. 20: Odhození použitého teploměru do emitní misky

