

**Univerzita Karlova  
Přírodovědecká fakulta**

**Katedra antropologie a genetiky člověka**

Studijní program: Biologie



**Tomáš Moravec**

**Trepanace v prehistorii Evropy:  
Nejstarší chirurgické zákroky**  
Skull Trepanation in Prehistory of the Europe:  
The Oldest Surgical Procedures

Bakalářská práce

školitel: prof. RNDr. Stanislav Komárek, Dr.

Praha, 2017

## **Čestné prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré informační zdroje a použitou literaturu. Tato práce ani žádná její část nebyla použita k získání jiného akademického titulu.“

.....  
Tomáš Moravec

V Praze, 2017

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému školiteli prof. RNDr. Stanislavu Komárekovi, Dr. Dále bych také rád poděkoval mému konzultantovi prof. RNDr. Jaroslavu Brůžkovi za vstřícné jednání a rady poskytnuté během konzultace a za ochotu, se kterou odpovídal na mé otázky. Dále děkuji své rodině a blízkým za jejich podporu, trpělivost a pomoc. Zvláštní poděkování pak patří mé matce, která mě podpořila pokaždé, když jsem již ztrácel naději.

## **Abstrakt**

Práce si klade za cíl především poskytnout náhled na problematiku trepanací v prehistorii Evropy a sestavit stručný přehled nejstarších nálezů v Evropě a blíže pak v České republice. Nejdříve se práce zabývá rozdělením trepanací dle jejich provedení a problémy při její diagnostice, kde se zaměřuje na různé skupiny defektů vzniklých různými mechanismy, které je možné chybně zaměnit za pravou trepanaci. Dále se práce zabývá důvody vykonávání trepanace a popisem trepanačních nástrojů a technik, které byly v prehistorii používány. Krátce se také zmiňuje o prvních záznamech chirurgických zákroků a počátcích anestezie. V poslední části se práce zabývá přehledem a stručným popisem nejstarších nálezů v Evropě a České republice. A nakonec následuje zmínka o trepanacích v současné době.

## **Klíčová slova**

Trepanace, technika trepanace, trepanační nástroje, diferenciální diagnostika trepanací, anestezie, nestarší nálezy trepanací v Evropě, komplikace, trepanace v současnosti

## **Abstract**

The main aim of the thesis is to provide a comprehensive overview of trepanations in the prehistory of Europe and to compile a brief overview of the oldest findings in Europe and closer in the Czech Republic. At first, the thesis deals with the types of trepanations according to their execution and the problems with trepanation diagnosis, where the work focuses on various groups of defects created by different mechanisms, which can be incorrectly diagnosed as trepanations. Further, the thesis deals with the reasons for trepanation and the description of the trepanations tools and techniques used in the prehistory. It also briefly mentions the first references to surgical interventions and the origin of anesthesia. Additionally, the thesis deals with the overview of the oldest findings in Europe and the Czech Republic and their brief description. And finally, there is a mention of trepanations at the present time.

## **Key word**

Trepanation, trepanation techniques, trepanation tools, differential diagnosis of trepanations, anesthesia, the oldest case of trepanation in Europe, the oldest case of trepanation in Czech republic, complications, trepanation in present

## **Obsah**

1. Úvod.....	7
2. Trepanace .....	8
3. Rozdělení trepanací dle provedení.....	11
4. Diferenciální diagnostika trepanací.....	11
5. Důvody trepanace .....	15
6. Trepanační nástroje .....	16
7. Trepanační techniky .....	18
7.1. Techniky provedení úplné trepanace .....	18
7.2. Technika provedení neúplné trepanace .....	20
7.3. Technika vypalování otvorů a ran.....	20
8. Počátky chirurgie a vývoj anestezie.....	21
9. Peroperační a postoperační komplikace.....	23
10. Nejstarší nálezy trepanací v Evropě a oblasti Středomoří.....	25
11. Nejstarší nálezy trepanací na území České republiky .....	29
12. Trepanace v současné době.....	33
13. Závěr .....	34
14. Seznam literatury .....	36

## 1. Úvod

Nejstarší známé případy chirurgických zákroků, které byly ve světě používány, jsou reprezentovány trepanacemi a amputacemi, avšak tato práce se bude zabývat pouze trepanací. (Crubézy, 1996) Je bohužel obtížné napsat širší text o tomto tématu, neboť teprve nedávno vyšla kniha, která trepanaci popisuje ve světovém měřítku, proto jsem se zde, v mé práci, zaměřil především na Evropu.

Trepanace lebky je pojem označující vytváření otvoru v lebce, který na lidi, díky svému neolitickému či dokonce paleolitickému počátku, působí neuvěřitelným dojmem a přináší tak s sebou mnoho otázek. Trepanace je zároveň objektem v zájmu mnoha antropologů, neurologů a psychologů již od prvního okamžiku, kdy v 70. - 80. letech 19. století, bylo poprvé objeveno, že lidé již ve starověku ručně vytvářeli otvory do hlav živých jedinců, a to pouze s primitivními nástroji. (Finger & Clower, 2003) Avšak původ a vývoj trepanace je z velké části nejasný a není jisté, do jaké míry byla tato praxe, většinou považována za důsledek náboženských či magických obřadů, doprovázena skutečnými znalostmi z oblasti chirurgické léčby. (Crubézy et al., 2001)

Ve světě bylo nalezeno velmi mnoho nálezů, nesoucích stopy trepanace. Jen ve Středomoří a Evropě, kterou se tato práce přednostně zabývá, bylo zaznamenáno na stovky nálezů trepanovaných lebek, z nichž jsou některé přisuzovány do období 5. - 4. tisíciletí př. n. l. (Crubézy et al., 2001) Vzhledem k velkému počtu nálezů, které není všechny možné sepsat do jedné práce, si tato práce neklade za cíl udělat přehled všech nálezů, ale bude se zabývat pouze nestaršími nálezy na území Evropy a Středomoří. Dále se blíže zaměří na nejstarší nálezy na území České republiky.

Při zkoumání nálezů lebek, obsahujících v sobě otvor či otvory, je velký důraz kladen na jejich správné diagnostikování, jehož největším úskalím je správné odlišení trepanace od dalších defektů v neurokranium, které mohou být způsobené různými mechanismy. Velmi důkladná diagnóza je zapotřebí zejména k odlišení trepanací od defektů vzniklých v důsledku vrozených a vývojových anomálií, traumat, infekce, neoplazie a tafonomického poškození. Velkou výzvou pak představuje určení zhojených defektů, kde mohou být stopy po příčině jejich vzniku zastíněny procesem remodelace kostí. (Verano, 2017)

V neposlední řadě se pak práce zabývá také stručným popisem problematiky ohledně používaných trepanačních nástrojů a technik, které byly k vytváření trepanačních otvorů používány. Zdravotními komplikacemi, spojenými s chirurgickými zákroky na lebce, jimiž jsou nejčastěji krvácení a infekce. A poskytuje velmi stručný náhled na historický původ chirurgických zákroků, používání rostlin kvůli jejich hemostatickým a antibakteriálním účinkům a anestezii, která byla již ve starověku využívána.

## 2. Trepanace

Trepanace se obecně netýká pouze vytváření otvorů v lebce, ale dá se tohoto zákroku využívat na jakékoliv části skeletu, včetně zubů. Tato práce se však bude dále zabývat pouze trepanacemi lebečních kostí.

Trepanace lebky je jedna z nejstarších chirurgických operací. (Piggot, 1940) Její název je odvozen z řeckého slova *trypanom* a latinského slova *trepanum*, což v doslovném překladu znamená vrták. Dá se tedy předpokládat, že tento chirurgický výkon své pojmenování získal až v pozdější době, kdy se pro jeho výkon používal speciální vrták neboli trepan. (Malyková, 2002) Trepanační zákrok je popsán jako odstranění části lebeční kosti, většinou z oblasti neurokrania a odhalení tvrdé pleny mozkové. (Piggot) Tento zákrok byl navzdory velkému riziku poranění mozku, krvácení a infekce překvapivě velmi rozšířen již od pravěku mezi primitivními národy napříč časem i prostorem. (Verano, 2017)

Dnes je trepanace lebky zcela běžná operace, která je používána k léčbě vážných poranění hlavy či k zastavení a úplnému odstranění nitrolebečního krvácení. Zdá se, že v historii byl tento zákrok používán nejen k léčebným účelům, jak je tomu dnes v moderní medicíně, ale mohl mít také velký význam při používání z náboženských či mystických důvodů. (Nerlich et al., 2005)

Odborníci zabývající se trepanacemi se domnívají, že alespoň v případech úspěšných trepanací, kdy jedinec zákrok přežije, zůstávala tvrdá plena mozková neporušena, protože v případě jejího porušení by operovaný jedinec pravděpodobně dlouho nepřežil. Také současné primitivní národy používající tohoto zákroku se porušení tvrdé pleny mozkové vyhýbají. (Prioreschi, 1991)



Co se týče samotného vzniku trepanačního otvoru, zdá se, že v neolitu lidé jeho vytvoření dosahovali pomocí 3 základních technik s použitím specifických nástrojů vhodných k tomuto účelu. Mezi tyto 3 základní techniky, podle Brocy, Lucas-Championéra, Mülera a dalších autorů, patřilo vrtání pomocí tvrdého a ostrého kamene, škrábání pomocí brusného kamene a nakonec řezání kosti nástrojem, který dobře pronikal skrze kosti lebky. (Campillo, 1984)

Nálezy trepanovaných lebek jsou uskutečňovány téměř po celém světě. Jen v Evropě a středozevní oblasti bylo rozpoznáno na stovky trepanovaných lebek, které jsou datovány do pozdního neolitu a do rané doby bronzové (asi 2 300 př. n. l.). Některé nálezy z těchto oblastí jsou datovány dále než do období 5. a 4. tisíciletí př. n. l. (Crubézy et al., 2001)

Dosud nejstarší známé nálezy jsou známy z období epipaleolitu a mezolitu od lovecko-sběračských populací. K těmto nejstarším nálezům patří také nález v Taforaltu ležícímu v Severní Africe a další nález pojmenovaný Vasiljevka III., objevený ve východní Evropě v oblasti dnešní Ukrajiny. Oba nálezy jsou datovány až do období 8 050 př. n. l. (Crubézy et al., 2001)

Dochovalo se také mnoho prehistorických nálezů trepanovaných lebek s více než 1 trepanačním otvorem (viz obr. 1), které poukazují na velkou úspěšnost přežívání při tomto typu zákroku, což nasvědčuje tomu, že lidé měli již v této době bez antibiotik mnoho zkušeností v oblasti rané formy lebečních chirurgických zákroků. (Moghaddam et al., 2015) V Cuczo regionu v Peru byla dokonce nalezena lebka, která obsahovala 7 zhojených otvorů. (Pioreschi, 1991) Provádění těchto opakovaných zákroků za života jedince dosvědčují také zcela či částečně zhojené okraje trepanačních otvorů. (Verano & Finger, 2009)



**Obr. 1** Lebka s 5 trepanačními otvory (4 z nich jsou viditelné na fotografii), pocházející z Peru. (Verano & Finger, 2009)

Trepanace v původním významu tak, jak byly prováděny dříve, jsou u některých současných primitivních národů dochovány do dnešní doby. Jsou tak praktikovány například Kisii v Keni, u kterých je pozákladová hranice přežívání vyšší než 95 %. (Moghaddam et al., 2015)

### **3. Rozdělení trepanací dle provedení**

Podle E. Vlčka lze trepanaci lebky rozdělit na základě výsledku operace do tří skupin (Vlček, 1949): na trepanaci úplnou, neúplnou a na kauterisaci. V případě úplné trepanace dochází k perforaci všech tří částí lebeční kosti: lamina externa – tedy vnější kompaktní desky, diploe, která tvoří trámčinou tkáň mezi kompakty a také lamina interna – kompaktní desky nacházející se na vnitřní straně lebeční kosti. V případě neúplné trepanace je odstraněna pouze lamina externa a někdy i diploe, ale lamina interna zůstává neporušena. V některých případech, pokud je jizva vyhojena, mohlo jít přímo o cíl operace. Nedokončená trepanace bez známek regenerace může naopak znamenat, že pacient během zákroku zemřel. U kauterisace se jedná o použití techniky vypalování. Někdy došlo až k úplnému propálení kosti a ke vzniku otvoru, jindy šlo pouze o jizvy různého tvaru vytvořené po zhojení vypálených ran (nejznámější je tzv. „T“ sincipitale - proužkovitá jizva, probíhající v oblasti střední čáry lebky, od středové části čelní kosti až dozadu na temeno. (Matiegka, 1918; Malyková, 2002)

Za poslední skupinu by se daly považovat pseudotrepanace, které nevznikají jako výsledek chirurgického zákroku vykonávaného člověkem, ale v důsledku působení jiných faktorů. Proto je nutné různé typy trepanací odlišovat od pseudotrepanací podle známek, které na sobě lebky nesou v místě či okolí defektu. (González-Darder, 2017) Viz následující kapitola.

### **4. Diferenciální diagnostika trepanací**

Jako velmi problematická se může jevit skutečnost, že ne každý otvor, nalezený na lebce, musí být trepanace. To je zapotřebí brát v potaz při hodnocení jakékoliv nalezené lebky obsahující v sobě otvor či depresi. Některé nově vyvrtané nebo jinou technikou lidmi vytvořené otvory v lebečních kostech mohou na svých okrajích či v jejich okolí nést znatelné známky po použití nástrojů, které indikují způsob, jakým byly otvory vytvořeny. Avšak v případě některých starších otvorů se zaoblenými okraji již není tak jednoduché diagnostikovat jejich původ jako v případě, kdy na sobě lebka v blízkosti otvorů nese stopy po použití nástrojů, protože zaoblené okraje mohou být chybně pokládány za důsledek hojivého procesu kosti. Přičemž mnoho dalších patologických faktorů (viz dále), může vést k perforaci lebečních kostí a další defekty

mohou být způsobené také tafonomickými procesy, které na ostatky působí po smrti jedince. Existence těchto dalších příčin perforací lebky, kromě trepanace, pak může vést k pochybení v určování správné diagnózy trepanace, ke které především v počátcích jejího výzkumu docházelo. (Verano & Finger, 2009)

Otvory nalezené na lebečních kostech je podle jejich vzniku možné etiologicky rozdělit do 5 skupin. Přičemž 4 z nich nejsou považovány za pravé trepanace, ale za defekty vzniklé jinou cestou a svou existencí znesnadňují diagnostikování pravé trepanace. (Kaufman et al., 1997)

Následuje rozdělení defektů, dle způsobu jejich vzniku, do skupin, společně s uvedením konkrétních příkladů:

**1. Vrozené a vývojové defekty**, reprezentující jednu z nejzajímavějších skupin lebečních perforací, ale také dobře rozpoznatelné, díky jejich typické lokalizaci na lebce. (Kaufman et al., 1997)

- **Defekty reflektující normální anatomii lebky**: Toto je běžné u kojenců a dětí v místech fontanel, mezi rostoucími kostmi lebeční klenby, kde se nachází vazivová tkáň. Tato oblast dětských lebek může být v archeologických nálezech zaměněna za trepanaci. Velký otvor vzniká mezi vyvíjejícími se polovinami kostí čelních a temenními kostmi. Avšak díky znalosti charakteristického vývoje lebky u kosterních nálezů k záměně za trepanaci téměř nedochází. (Verano, 2017)
- **Selhání běžné osifikace**: Příkladem selhání osifikace může být úplná či částečná dysostóza, kdy dochází k nesprávnému spojení lebečních kostí v místě lebečních švů. Jejím výsledkem může být:
  - **Zvětšení parietálních otvorů (viz obr. 2)**: Parietální otvory jsou zcela běžné struktury, které se vyskytují bilaterálně a symetricky na obou stranách lebky a jsou přítomny asi u 60 % dospělých jedinců. Jejich velikost je většinou okolo 0,5 - 1,5 mm v průměru, ale mohou být i větší. (Kaufman et al., 1997)
  - **Parietální fenestrace**: Toto je nejčastěji nacházený kongenitální defekt na lebce a je ho zapotřebí rozlišovat od zvětšení parietálních

otvorů, protože tento defekt není způsoben rozšířením parietálních otvorů, ale vyskytuje se zvláště vedle nich. Mají oválný tvar a vyskytují se spíše bilaterálně než unilaterálně. Vznikají jako důsledek defektu v osifikaci temenních kostí. (Kaufman et al., 1997)

- **Bi-parietální ztenčení:** Podmínkou pro jeho charakterizování je postupné ztenčování posterior-superiorní oblasti temenních kostí a ztráta diploe, což způsobí viditelné deprese. V některých případech dochází také k vytváření malých otvorů skrze laminu internu, ale spíše je to, u většiny případů, výsledkem post-mortálního proražení ztenčené kosti. Bi-parietální ztenčení někdy bývá zaměněno za případ zhojené trepanace. Správnému určení tohoto defektu může napomoci jeho typická lokalizace, bilaterální symetrie a charakteristický tvar. (Verano, 2017)

**2. Patologická postižení,** odpovídající svým projevem míře onemocnění jako jsou například infekce či nádory v oblasti lebky. (Kaufman et al., 1997)

- **Infekce:** Zánětlivý proces v kostech klenby lebečních způsobený pyogenickými bakteriemi, tuberkulózou nebo onemocněními způsobenými bakteriemi druhu treponema může mít za následek vytváření otvorů, které lze chybně zaměnit za trepanaci. Pokud je v době úmrtí infekce aktivní, pak jsou okraje vzniklých defektů porózní a drsné, ale pokud infekce není delší dobu přítomna a nastal již proces hojení, tak jsou okraje defektu remodelované a hladké a mohou být zaměněny za zhojené trepanace. Zánětlivé procesy kostí také v mnoha případech provází trepanace, neboť infekce v místě fraktury lebečních kostí či otevřeného skalpu mohla být motivace k chirurgickému zákroku stejně dobře, jako může být infekce vzniklá právě jako komplikace samotného chirurgického zákroku. V některých případech, kdy se infekce objevuje v okolí místa chirurgického zákroku, pak není jednoduché říci, jestli byla přítomna první infekce či jestli byl nejdříve proveden zákrok a infekce nastala později. (Verano, 2017)
- **Neoplasma:** Metastazující karcinomy a mnohačetné myelomy mohou způsobovat postižení kostí lebeční klenby, které je vyvolané lytickým

působením rychle rostoucích nádorových buněk, které buďto metastazovaly z jiných částí těla (metastazující karcinomy) nebo proliferovaly uvnitř kostní dřeně (mnohačetné myelomy). Defekty vzniklé touto cestou nesou některé charakteristické znaky, a protože navíc vznikají jako výsledky působení maligních nádorů, nejsou zde přítomny žádné známky hojení, což vylučuje možnost špatné diagnózy. (Verano, 2017) Dle Kaufmana je pak možno rozdělit jednotlivé nádory do mnoha skupin viz (Kaufman et al., 1997).

3. **Chirurgické zákroky** neboli pravé trepanace. Ačkoliv trepanační otvory nesou mnoho charakteristických znaků, jejichž vzhled záleží na metodě, jaká byla k jeho vytvoření použita a na míře zhojení okrajů otvoru, tak i přesto je lze chybně zaměnit za podobné otvory jiného původu, jako například parietální fenestrace či sečné zranění. (Kaufman et al., 1997)
4. **Traumata**, mezi která patří poranění většinou válečná zranění způsobená sekerou, čepelí sečných zbraní či kulkou střelných zbraní. A také sem patří další defekty způsobené údery různých tupých i ostrých předmětů. U této skupiny defektů má při jejich diagnostikování velký význam, zdali zranění způsobilo bezprostřední či brzkou smrt nebo zdali jedinec po zranění žil dostatečně dlouhou dobu, aby mohl nastoupit hojící proces. (Kaufman et al., 1997) Pokud defekty nejeví žádné známky hojení, tak jejich tvar a velikost může poukázat také na typ zbraně, kterým byl způsoben, avšak v případě pokročilého hojení může být defekt snáze zaměněn za malou trepanaci. Ale případy hojení jsou v případě poranění pronikajících skrze lebku vzácné, díky velkému riziku úmrtí na následky infekce a poranění mozku. (Verano, 2017)
5. **Post-mortem** vzniklé otvory, představují nejproblematičtější skupinu v oblasti diagnostiky perforací lebky. Při zkoumání této skupiny defektů je hlavní důraz kladen na udání správného postupu, dle kterého by bylo možné rozlišit otvory vzniklé ante-mortem od otvorů vzniklých post-mortem. (Kaufman et al., 1997) K postmortálním defektům může docházet více způsoby, například rozbitím nebo erozí lebky, zvětráváním kostí a okusem masožravců a hlodavců, přičemž

většina z těchto příčin defektů způsobuje typické znaky na lebce, které vylučují jejich chybné diagnostikování. Avšak některé, jako je například obroušení kosti pískem, je těžší rozlišit od trepanací. (Verano, 2017)

## 5. Důvody trepanace

Jednou z hlavních otázek týkajících se trepanací je otázka, jaký byl jejich prvotní důvod. Proč lidé již od paleolitu přistupovali k takto náročnému a riskantnímu zákroku, a to nezávisle na sobě v různých časových periodách, rozdílných kulturách i v nejrůznějších částech světa?

Bohužel není jednoduché na tuto otázku odpovědět, protože většina trepanovaných lebek, sloužících ke studiu trepanací, pochází právě z dávno zaniklých kultur, od kterých se nedochovaly žádné písemné materiály. První písemné zmínky ohledně trepanací pochází z období pátého století před naším letopočtem a jsou popisovány z pohledu západní medicíny. Tyto informace mohou být velice užitečné a důležité v hledání důvodů vykonávání trepanací v časech hluboce předcházejících tyto záznamy. (Gross, 2012)

Důvody trepanací se dají rozdělit podle toho, jestli byly vykonávány na živých či mrtvých jedincích. Trepanace na živých jedincích byla nejspíše vykonávána, jak lidé dříve věřili, aby byl pro démony vytvořen výstup z těla ven nebo také z terapeutických důvodů a nebo pouze čistě z náboženských důvodů. Na mrtvých jedincích byla nejspíše vykonávána především pro získání rondelů neboli kostěných destiček získaných vyříznutím z lebky, které byly poté používány jako amulety, talismany či jako kouzelné předměty. (Pioreschi, 1991)

### **Konkrétněji se důvody trepanací dají rozdělit do 3 skupin:**

- Náboženské obřady - tento typ trepanace byl nejspíše původně vykonáván na zabitých nepřátelích za účelem získání amuletů atd. Později byl pak stejný zákrok za stejným účelem praktikován na živých zajatcích.
- Traumatické nebo patologické změny vyžadující zákrok k jejich ošetření - toto vysvětlení je podle mnoha paleopatologů velice pravděpodobné, jelikož pouze nesnesitelná bolest by mohla pro postiženého být dostatečnou motivací k vykonání takto bolestivého a riskantního zákroku.

- Magicko-léčebná praxe - v tomto případě šlo o vytvoření otvoru v lebce, kterým by mohl démon, obývající jedinec, jeho tělo opustit. Protože starověké primitivní národy věřily, že některé nitrolebeční problémy, jako jsou křeče, horečky a blouznění, jsou způsobeny právě démony. (Herskovitz, 1987)

Při trepanacích z terapeutických důvodů pak šlo nejčastěji o odstranění potíží, jako jsou různá poranění hlavy, post-traumatická epilepsie, migréna a mnoho dalších neurologických poruch. (Collado-Vázquez & Carrillo, 2014)

## 6. Trepanační nástroje

Nástroje, které mohly být používány k perforacím lebky, byly předmětem mnoha experimentů ještě v době před nálezem předkolumbovské trepanované lebky, protože nebyly nalezeny žádné archeologické nálezy ani písemné dokumenty, které by přibližovaly, jaké specifické nástroje byly k tomuto účelu používány. (González-Darder, 2017)

Lucas-Champonière, Thomas Wilson Parry a mnoho dalších na konci 19. století ve svých experimentech zkoušeli provést trepanaci pomocí technik a nástrojů, u kterých předpokládali, že mohly být využívány v období neolitu na území Evropy. T. W. Parry se ve svých experimentech zaměřoval především na možnost používání pazourku. Ale v dalších experimentech zkoušel také vrtání žraločím zubem a kamennými hroty, škrábání křemičitými kameny nebo řezání obsidiánem či trepanoval také ústřicemi. (González-Darder, 2017)

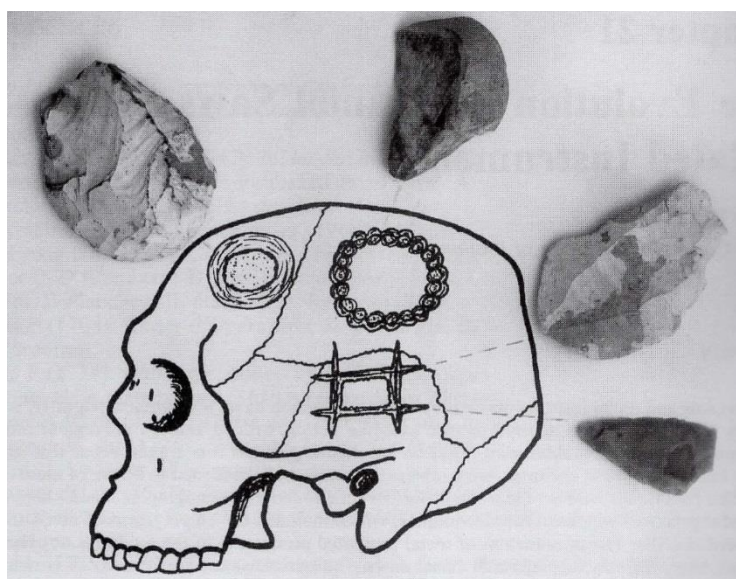
Vypadá to, že v neolitu byly používány nejméně 3 základní typy nástrojů: nástroje ke škrábání, kterými se pomocí tření po lebce vytvářely kruhové, oválné či lineární otvory, řezání, jejichž krátkými řezacími pohyby sem a tam vznikaly lineární, čtvercové, obdélníkové nebo kruhové otvory a perforování (vrtání), jejichž rotačním pohybem byly vytvářeny mnohačetné malé otvory vytvářející kruh, které byly následně pospojovány pomocí řezacích nástrojů. (Kirkup, 2003)

Ale jak již bylo uvedeno výše, T. W. Parry se ve svých výzkumech zaměřil na testování různých typů nástrojů, které mohly být používány starověkými primitivními kulturami. V první řadě testoval pazourek, jak v provedení neolitického nástroje vhodného ke škrábání, tak i v podobě nástroje s ostrým hrotem upevněného do rukojeti



používaného k vrtání. Dále testoval také obsidián používaný také dvěma způsoby, v prvním případě to byl klasicky opracovaný škrabák a v druhém případě byl upevněn do pevné rukojeti. (Parry, 1914) Parry také úspěšně vyzkoušel provedení trepanace pomocí 2 typů žraločích zubů, přičemž jeden byl menší, náležející žraloku druhu *Carcharias glaucus* a použil ho k trepanování lebky nedospělého jedince a druhý větší zub, který náležel žraloku druhu *Galeocerdo arcticus*, použil k trepanaci dospělé lebky. Mimo jiné také zkoušel trepanovat pomocí ústřic *Ostrea edulis*. (Parry, 1914)

Co se týče materiálů používaných starověkými primitivními kulturami pro výrobu trepanačních nástrojů, převažuje především pazourek a obsidián. Pazourek je tvořen křemenem nebo mikrokrytalickým a sférolitickým chalcedonem obsahujícím prokřemenělé organické zbytky, které mu dodávají tvrdost. Pro jeho vlastnosti se dá prakticky použít nejen pro vrtání a škrábání, ale také k řezání. Obsidián je pak druh sopečného skla magmatického původu, které je velmi bohaté na sloučeniny oxidu křemičitého. Po jeho rozlomení vznikají velmi ostré a relativně tvrdé hrany, které ho činí dobře použitelným při řezání a vrtání otvorů při trepanaci. (González-Darder, 2017)



**Obr. 2** Typy nástrojů a otvory vzniklé jejich použitím vzniklé otvory (zleva: nástroj ke škrábání, trojhranný vrták a 2 typy plochých šípových řezáků). (Kirkup, 2003)

Některé primitivní kultury už v té době sice měly také znalosti metalurgie, avšak jimi takto vyráběné slitiny nebyly dostatečně kvalitní, aby z nich vyrobené nástroje

mohly být využívány k trepanování lebek. Mohly však mít význam při operování v oblasti měkkých tkání. (González-Darder, 2017)

## 7. Trepanační techniky

Technikou trepanací se zabývalo mnoho zkoumání a byla popsána mnohými autory. Protože se však tato práce zabývá především trepanacemi lebek v prehistorii, budou zde uvedeny trepanační techniky, které spadají do tohoto období. Jednotlivé techniky trepanací se navíc dělí do tří skupin, podle výsledku zákroku:

### 7.1. Techniky provedení úplné trepanace

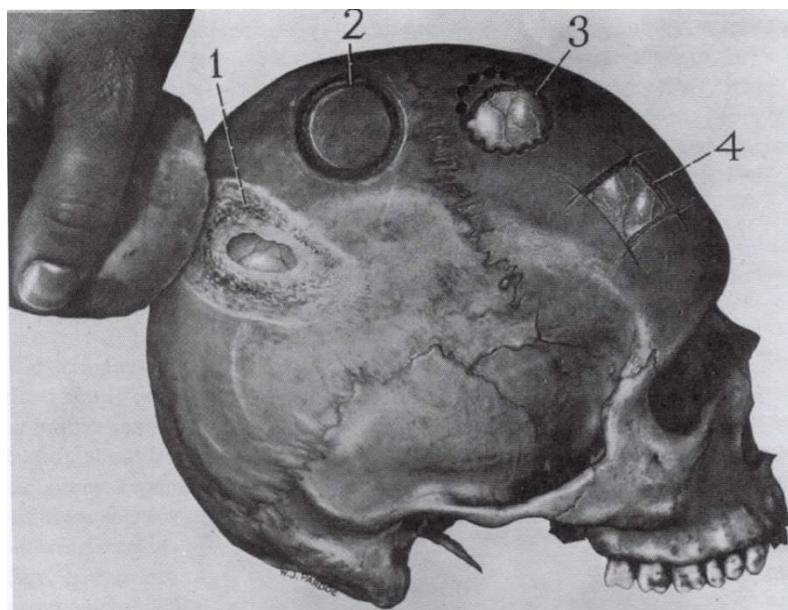
- 1. Rotační metoda.** K této metodě byly používány obsidiány, pazourky nebo jiné kamenné nože, které byly později nahrazeny kovovými noži. Peruánské vykopávky často obsahují zahnuté kovové nože zvané „tumi“, které byly velmi vhodné pro tento typ operace. (Gross, 2012) Při použití těchto nástrojů však vznikaly otvory, které nebyly dokonale okrouhlé, eventuálně byly s nářezy. To samé se dá říci o rondelých, vzniklých při použití těchto nástrojů. Prunières popsal primitivnější způsob rotační metody, u kterého by otvor mohl být vytvořen jakýmsi vrtacím pohybem pazourkového nástroje. Tím vzniká méně okrouhlý otvor s méně ostrými hranami. Rondel u tohoto způsobu prakticky nevzniká. (Vlček, 1949)
- 2. Škrabací metoda.** Tuto metodu poprvé popsal Broca na základě skutečnosti, že předešlá rotační metoda nevysvětlovala vznik oválných otvorů se šikmými okraji, jež byly, až na výjimky na lebkách, které měl Broca k dispozici. Podle tvaru otvorů a zešikmení hran soudil, že bylo těchto otvorů dosaženo škrábáním. (Matiegka, 1918) Prováděla se pomocí pazourkového nástroje, jímž byly vytvářeny oválné otvory s šikmými okraji. Směr škrábání byl většinou veden v dlouhé ose oválu, ale na některých otvorech jsou patrné také příčné křížící směry škrábání. Postupným seškrabováním byla odstraněna nejprve lamina externa, poté měkká diploe a nakonec lamina interna, až bylo dosaženo obnažení tvrdých mozkových plen. Okraje otvoru byly pravděpodobně ještě zarovnané,

ale přesto lze v prodlouženém směru vedení škrábání nalézt stopy poškození povrchní kompaktní vrstvy mimo vlastní otvor, sahající někdy až několik centimetrů od okraje otvoru. Toto poškození v okolí trepanačního otvoru se ve většině případů nachází pouze na jednom pólu oválu a ukazuje tak směr vedení škrábání a počátky jednotlivých tahů. Tato metoda se nejlépe hodila na vyvýšená místa lebky, jako čelní a temenní hrboly, kde byl vrchol hrbolů jednoduše škrábáním odstraněn. (Vlček, 1949) Také bylo této metody často využíváno v případech vpáčených zlomenin, kdy se po odstranění kostních fragmentů začistily okraje vzniklé perforace. (Malyková, 2002)

**3. Trepanování obloukovými řezy.** Tuto metodu popsal Mortillet poté, co poukázal na skutečnost, že vrtáním a škrábáním by se nedocílilo žádného rondelu, ani trepanační destičky, které byly nalézány ve velkém počtu. Avšak dokázal, že rondelů a destiček lze docílit, pokud by byla trepanace provedena obloukovými řezy pomocí ostrého nástroje, jako je pazourek nebo pilka. (Matiegka, 1918) Tato metoda je prováděna sérií řezů, které jsou vedeny na lebce kolem určitého prostoru tak dlouho, dokud není kost uvnitř linií řezů úplně oddělena od zbytku lebky a pak může být vyjmuta. (Ruffer, 1919)

**4. Dírkovací metoda.** Na tuto metodu upozornil Lucas – Championnière a uvedl pro ni mnoho důkazů, mezi které patří předhistorické lebky s částečně zoubkovaným okrajem otvorů, kabylskou lebku s navrtanými otvory a různými řezy vedle nepravidelného otvoru atd. (Matiegka, 1918)

Tato trepanační metoda je prováděna ve třech krocích: 1. Lebeční kost je pomocí ostrého hrotu provrtána rotačními pohyby nástroje. 2. Jsou provrtány další otvory ležící blízko sebe a vytvářející kruh. 3. Tyto vyvrtané otvory jsou dále mezi sebou pospojovány řezy provedenými ostrým nástrojem a tím je uvolněna kost ležící uvnitř tohoto kruhu. Nakonec byl začištěn zoubkovaný okraj kosti. (Ruffer, 1919) Tímto způsobem vzniká rondel s charakteristickým zoubkovaným okrajem. (Malyková, 2002)



**Obr. 3** Techniky trepanací: 1. škrabací metoda, 2. rotační metoda, 3. dírkovací metoda, 4. trepanování obloukovými řezy

## 7.2. Technika provedení neúplné trepanace

U neúplných trepanací byly používány stejné techniky jako u trepanací úplných. Rozdílem oproti úplným trepanacím bylo, že neprocházely skrze všechny vrstvy kosti. Existují dva důvody, jak neúplné trepanace vysvětlit:

- a) Operace nebyla dokončena, protože v jejím průběhu došlo k úmrtí pacienta
- b) Operace byla dokončena a pacient přežil. Tomu může naznačovat nalezení zhojených ran po takovémto chirurgickém zákroku nebo nalezení dvou a více defektů na jedné lebce. V případě těchto nálezů nezbyvá nic jiného, než považovat tyto zákroky za operace určitého významu. (Vlček, 1949)

## 7.3. Technika vypalování otvorů a ran

U kauterisace neboli vyžihání lebky se jedná o metodu, při které se lebka povrchně žihala hořícím nástrojem, kterým mohla být například neodtučněná vlna (opalování lebek pomocí neúplně odtučněné vlny popisoval již Herodot u libyckých nomádů).

Při použití kauterisace dochází k utváření specifických jizev na lebce. Těchto jizev si jako první povšiml Manouvrier, který je díky tvaru jizvy na jím zkoumané lebce, pojmenoval T.sincipitale (proužkovitá jizva, probíhající v oblasti střední čáry lebky, od středové části čelní kosti až dozadu na temeno), pro jiné typy jizev, svým tvarem nepřipomínajícím T, pak navrhl název marques sincipitales. V některých případech došlo až k úplnému propálení lebky a vznikl otvor, podobný trepanačnímu otvoru vytvořenému za použití nástrojů. (Matiegka, 1918)

## **8. Počátky chirurgie a vývoj anestezie**

O počátcích chirurgie toho v současnosti stále není mnoho známo a je možné v tom spatřovat mnoho otázek. Avšak v počátcích museli chirurgické zákroky vykonávat lidé bez zkušeností, kteří zkušenosti v této oblasti nabyli až praxí a je nade vše jasné, že chirurgické zákroky byly v této době krvavé a bolestivé. (Louis Kuo Tai, 1999)

První písemné záznamy, které obsahují informace o lékařské praxi, se dochovaly z doby 2 500 př. n. l. v podobě hliněných tabulek nalezených v Mezopotámii. Dále byly nalezeny také egyptské papyrasy, které jsou sice asi o 700 let mladší než hliněné tabulky z Mezopotámie, ale je mezi nimi Edwin Smith Surgical Papyrus (Forrest, 1982), který pochází z doby přibližně 1 700 př. n. l., ale předpokládá se, že jde o kopii až 5 000 let starého manuskriptu ze Starého egyptského království, ten popisuje 48 případů poranění hlavy, páteře a případy tetanu a epilepsie, společně s jejich následnou léčbou. (Bleck, 2009)

Nejstarší chirurgické zákroky jsou ve starověkém světě reprezentovány již zmíněnými trepanacemi a také amputacemi. Největší procento nálezů, které tyto chirurgické zákroky dokazují a zároveň poukazují na vysoké procento přežívajících jedinců je známo z předkolumbovské Ameriky, pozdně neolitické a eneolitické Francie. (Crubezy, 1996)

Důležitou součástí pro zvýšení úspěšnosti zákroku bylo také používání rostlin a látek v rostlinách obsažených. Použitelnost některých rostlin mohla být objevena díky jejich vzhledu, například truskavec (*Polygonia persicaria*) má listy krvavé barvy a nabádal tedy k použití při zástavě krvácení, zatímco perforované listy třezalky

(*Hypericum perforatum*) byly využívány k léčení perforačních zranění a později se ukázalo, že má také antibakteriální vlastnosti, díky obsahu taninu. Kostival lékařský (*Symphytum officinale*) zase obsahuje alatonin, který má kromě antibakteriálních účinků také vliv na podporu hojení kostí při zlomeninách. Bylo však používáno mnoho dalších rostlin. (Forrest, 1982)

Mnoho z těchto používaných rostlinných látek a rostlin bylo objeveno primitivními národy nezávisle na sobě po celém světě. Rozdíly ve způsobu jejich užívání a užívanými druhy pak byly způsobeny především klimatem dané oblasti, tedy dostupností různých rostlin. (Forrest, 1982)

S rozvojem chirurgických zákroků a užíváním rostlinných látek také souvisí rozvoj anestezie, která by dokázala tlumit bolest působenou při zákrocích. První písemný záznam o použití anestezie pochází z doby asi 3 000 - 2 500 př. n. l. a popisuje způsob, jakým bylo možné omezit bolest v průběhu zákroku, jako například případ, kdy jedinec provádějící zákrok zraněnému zaškrtil nerv zraněného jeho přitlačením proti kosti v místě loketní jamky, zatímco byla operována jeho ruka. (Jacob et al., 2009)

Dalšími způsoby, jak zmírnit bolest, používanými již v neolitu, kromě zaškrcování nervů tlakem, mohlo být znecitlivování končetin a jiných zraněných míst ledem, sněhem a také používáním rostlin a látek obsažených v rostlinách, které mají na lidský organismus tlumivé účinky. (Eger II et al., 2014)

Asi nejdéle používaná rostlinná látka, která celkově tlumí činnost nervové soustavy, ale také tlumí dech a navozuje zvláštní psychické stavy, je opium získávané z nezralých hlavic máku. Nejstarší nálezy datované do období 6 000 – 4 000 př. n. l., dokazující znalost opia, jsou známy z neolitických vykopávek ve Španělsku a Švýcarsku. Další důkazy o jeho znalosti a používání jsou pak známy z Egypta, kde se dochovaly pozůstatky opia v kryptě, která byla bohatě vyzdobena nástěnnými malbami obsahujícími vyobrazení máku, mandragory a lotusu a také z nejstaršího 4 000 let starého sumerského spisu, zachycujícího, jak tehdejší civilizace vnímala rostliny jako medikamenty a jakým způsobem nahlížela na jejich používání. (Berger, 2005) Pravděpodobně prvním z rostlin vyrobené anestetikum bylo připravené v Číně kolem roku 500 př. n. l., kde Hua Tuo zkombinoval bylinky a víno do směsi zvané „mafeisan“ neboli "nápoj připravený z konopí", který měl anestetické účinky. (Eger II et al., 2014)

Jinou významnou rostlinou požívanou již ve starověku je mandragora. U ní však není přesně známo, kdy se začala používat. Jedny z prvních zmínek jsou známy ze spisu The Ebers Papyrus, pocházející z doby 1500 př. n. l., který popisuje využívání mandragory pro léčbu mnoha různých nemocí. Z doby 50 – 25 př. n. l. se pak dochovaly Celsovy záznamy, ve kterých doporučuje pít nápoj obsahující mandragoru pro ulevění od bolesti zubů či abscesů a také při chirurgických zákrocích. Je však nejasné, proč doporučoval právě mandragoru, protože ta obsahuje především skopolamin, který nedokáže odstranit bolest ani přerušit bolestivé stimuly a má pouze sedativní a důležité amnestické účinky. Smysl by toto doporučení mělo za předpokladu, že odvar z mandragory obsahoval zároveň nějaké analgetikum (např. opium), protože mandragora společně s analgetikem by dala vzniknout pravému anestetiku. (Chidiac et al., 2012)

## **9. Peroperační a postoperační komplikace**

Dle literatury se dá říci, že trepanace byla úspěšně přežita asi v 50 - 90 % případů vykonaných zákroků. Přičemž sníženou hodnotu přežívání mají na svědomí především 2 druhy komplikací. První takovou komplikací je krvácení, které spadá do kategorie peroperačních komplikací a druhou komplikací je infekce, spadající do kategorie postoperačních komplikací. (Krivoshapkin et al., 2014)

Krvácení je tedy peroperační komplikace, která je jednou z nejpravděpodobnějších, a také nejnebezpečnějších komplikací spojenou s operací lebky. Krvácení nastává většinou ve vnitřní části kosti zvané diploe nebo z meningeální tepny. Aby se tomuto krvácení zcela zamezilo, bylo by třeba okraje otvoru vypálit. Problém však nastává, pokud jsou porušeny žilní splavy tvrdé pleny mozkové, což může mít za následek masivní krvácení. (Weber & Wahl, 2006)

Pro minimalizování krevní ztráty a co největší omezení bolestivosti při zákroku bylo velmi důležité provést zákrok co nejrychleji k čemuž bylo zapotřebí, aby měl člověk vykonávající zákrok dostatek zkušeností. (Slepchenko et al., 2017) A zároveň měla na minimalizování krvácení a sníženou bolestivost zákroku velký vliv také velikost trepanačního otvoru. Krvácení i bolestivost se tedy snižovaly společně se zmenšující se velikostí trepanačního otvoru. Většina otvorů vytvořených v antických

dobách mají víceméně kruhový tvar s průměrem mezi 40 - 50 mm. Jsou sice nacházeny i větší otvory, ale je u nich opět téměř jisté, že je musel vykonávat někdo s mnoha zkušenostmi s tímto typem zákroku. (Weber & Wahl, 2006)

K úspěšnému provedení zákroku je také důležité vyvarovat se oblastem lebky, kde by mohlo dojít k přetnutí nitrolebečního šípového splavu, oblastem, které pokrývají svaly a dalším rizikovým oblastem. Nejsou bohužel známy, žádné záznamy, které by dokazovaly, zda antické primitivní kultury měly nějakou metodu, jak kontrolovat krvácení v průběhu zákroku. (Weber & Wahl, 2006) Avšak například při trepanacích v Peru bylo hemostázy dosahováno pomocí aplikování rostlinných extraktů a včelího vosku na hrany nově vytvořeného otvoru. (Slepchenko et al., 2017)

Druhou, již postoperační, komplikací je pak infekce, která je i v současnosti velice častá a vážná komplikace, vyskytující se po chirurgických zákrocích. Výrazně se podílí na prodloužení doby rekonvalescence či dokonce na úmrtnosti pacientů. (Erman et al., 2005) Avšak v dnešní době se již lékaři s infekcí dokážou téměř ve všech případech vypořádat pomocí použití antibiotik, podávaných preventivně po každém větším zákroku. (Weber & Wahl, 2006)

Míra infekce po chirurgických zákrocích byla u antických civilizací překvapivě nízká (asi 15%), což je doložitelné díky nálezům lebek se známkami po zánětlivé reakci kosti v místě zákroku, které tvoří asi jen 15 % lebek nesoucích známky po zákroku. V této době přežilo po tomto zákroku okolo 80 % jedinců, pokud tedy během poranění nebo samotného zákroku nebyla porušena tvrdá plena mozková. (Akhaddar, 2016)

Faktory, které by mohly přispívat k nízké míře infekce, jsou stejné jako u krvácení. Záleží zde tedy na rychlosti, jakou je zákrok proveden a na velikosti vytvořeného otvoru, protože riziko infekce se zvyšuje společně s velikostí otvorů nad 70 mm v průměru a s dobou operačního zákroku překračující 2 hodiny. A jak již bylo uvedeno výše, neměla by být při zákroku porušena tvrdá plena mozková. (Weber & Wahl, 2006)

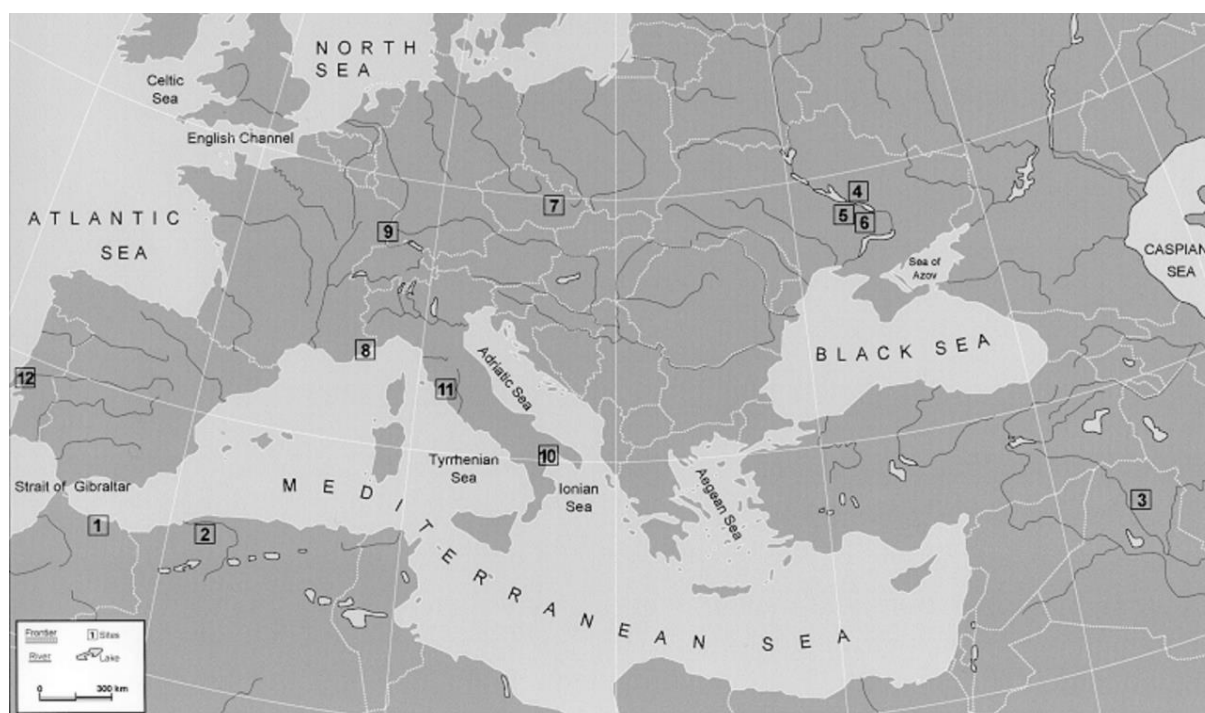
Antické společnosti se nejspíše potýkaly s bojem proti infekci, protože neměly antibiotika, jak je známe dnes. (Slepchenko et al., 2017) Avšak díky nálezu zmrazeného těla z doby kamenné, které bylo nalezeno v Alpách a pojmenováno „Ötzi“, které u sebe mělo houby s antibiotickými účinky, bylo možné se dozvědět také něco více o tom, jak



se v té době minimalizovala možnost napadení infekcí a vypadá to, že lidé již v době kamenné měli znalosti o antibiotických účincích některých hub. (Weber & Wahl, 2006)

## 10. Nejstarší nálezy trepanací v Evropě a oblasti Středomoří

Nejstarší nálezy trepanovaných lebek, které jsou dobře datovány a nesou jasné známky po chirurgickém zákroku, jsou známy z epipaleolitických a mezolitických lovecko-sběračských populací. Nejstarší z nich pochází z oblasti Taforaltu v Maroku a naleziště Vasilevka III. na východní Ukrajině, které jsou datovány do doby před 8 050 př. n. l. Další zde uvedené nálezy pak pochází z raného neolitu a jsou všechny datovány přibližně do stejné doby, spojované s danubijskou kulturou. (Crubézy et al., 2001)



**Obr. 4 Geografické rozmístění nalezišť trepanací na území Evropy: 1, Taforalt, Moroko; 2, Afalou-bou-Rhummel, Alžírsko; 3, Zawi Chemi, Irák; 4, Vasilyevka III, Ukrajina; 5, Vasilyevka II, Ukrajina; 6, Vovnigi Iin, Ukrajina; 7, Vedrovice, Česká Republika; 8, Pendimoun, Francie; 9, Ensisheim, Francie; 10, Trasano, Itálie; 11, Grotta Patrizi, Itálie; 12, Concheiro da Moita do Sebastião, Muge, Portugalsko. (Převzato a upraveno z Crubézy et al., 2001)**

### Přehled a stručný popis nálezů

- 1. Taforalt, Maroco (9 950 ± 240 př. n. l.):** Na lebce se nalézá oválný otvor o velikosti 10,5 x 8,5 mm v oblasti levé temenní kosti, 45 mm od lambdy (místo setkání sagitálního a lambdového švu), který má zkosené okraje, na úkor vnější vrstvy kosti, se stopami hojení. Na radiografu byla potvrzena nepřítomnost poškození na vnitřní části kosti. Tato pozorování potvrzují, že šlo o trepanaci, kterou onen jedinec přežil. (Crubézy et al., 2001)
- 2. Afalou-bou-Rhummel, Alžírsko:** Z tohoto naleziště jsou popsány 2 případy trepanovaných lebek. V případě první lebky se napravo od středu koronárního švu nachází kruhová mělká deprese, která má velikost 12 mm v průměru a dosahuje maximálně hloubky 1,5 mm. Dříve byla pokládána za traumatické poranění, nyní se však spíše usuzuje, že jde o neúplnou trepanaci. V případě druhé lebky se eliptický otvor nachází v těsné blízkosti koronárního švu v polovině vzdálenosti mezi bregma a horní hranicí kosti spánkové. Jeho rozměry jsou 24 x 16 mm. Podle znaků na lebce se dá usuzovat, že šlo také o neúplnou trepanaci a jedinec nepřežil dlouhou dobu po zákroku. (Dastugue, 1975)
- 3. Zawi Chemi, Irák (8 920 ± 300 př. n. l.):** Odtud jsou další dva nálezy. Příkladem nálezu může být tato proto-neolitická lebka nalezená v této oblasti, která má na čelní kosti mělký trepanační otvor kruhovitěho tvaru. Protože zde nebyly nalezeny žádné praskliny, které by se vyskytovaly okolo otvoru a poukazovaly by tak na vznik otvoru jako traumata, je jisté, že jde o trepanaci. (Brothwell, 2003; Mogliazza, 2009)
- 4. Vasilyevka III, východní Ukrajina (8 050 př. n. l.):** U nálezu této epipaleolitické lebky se na levé temenní kosti, asi 17 mm od švu spojujícího spánkovou a temenní kost, vyskytuje trepanační otvor oválného a kónického tvaru. Otvor dosahuje rozměrů 16 x 18 mm na vnější straně lebeční kosti a pouze 8,2 x 9,3 mm na vnitřní části lebeční kosti. (Crubézy et al., 2001) Dle omezených známek remodelace kosti Gokham, který lebku blíže zkoumal,

usoudil, že trepanace byla v tomto případě provedena bezprostředně před smrtí jedince. (Lillie, 2003)

5. **Vasilyevka II, východní Ukrajina (6 070 – 5 670 př. n. l.):** Nález z této oblasti je prozatím nejstarší případ zhojené trepanované lebky, která byla nalezena na území Evropy, pocházející z doby 6 510 - 5 800 př. n. l., tedy do období pozdního Mezolitu. Trepanační otvor je umístěn na levé straně čelní kosti 15 mm před koronárním švem a 30 mm nalevo od sagitálního švu lebky. Otvor má velikost 6 mm v průměru a na jeho vyvýšených okrajích je možné pozorovat remodelovanou kost, která směřuje ke středu otvoru. Remodelovaná kost, která uzavírá nejnvtřnější část otvoru je pak necelý 1 mm silná. (Lillie, 2003)
6. **Vovnigi lin, Ukrajina (5470–4783 př. n. l.):** Tento nález ukazuje příklad trepanované lebky bez jasných známek hojení. Trepanační otvor se nachází na sagitálním švu asi 20 mm nad koronárním švem. Otvor má na své vnější straně víceméně pravidelný kruhovitý tvar a dosahuje velikosti 14 mm v průměru a na vnitřní straně má tvar nepravidelný připomínající kosočtverec. (Lillie, 2003)
7. **Vedrovice, Česká Republika (5 500 př. n. l.):** Lebka nalezená v této oblasti, datovaná do doby okolo 5 500 př. n. l., obsahuje v horní části čelní kosti 2 otvory, které jsou od sebe odděleny oblastí velmi tenké kosti, jejíž tloušťka se pohybuje okolo 3 mm a jejichž okraje jsou tvořeny kompaktní kostí. Anteriorní otvor oválného tvaru, 26 mm dlouhý a 15 mm široký na vnější straně lebky a 7 - 8 mm široký na vnější straně lebky, je mírně orientovaný doleva a na jeho posteriorní konec navazuje 21 mm dlouhá prasklina. Posteriorní otvor oválného tvaru, 32 mm dlouhý a 14,5 - 11,5 mm široký, má velmi nepravidelný obrys a částečně zasahuje do střední části pravého koronárního švu. (Crubézy, 1996; Crubézy et al., 2001)
8. **Pendimoun, Francie (5 570 – 5 270 př. n. l.):** Zde se nachází naleziště datované do raného Neolitu, kde byla nalezena lebka se 2 otvory, které jsou s největší pravděpodobností zhojenými trepanacemi. Pokud by se tato diagnóza potvrdila,

šlo by o jeden z prvních dosud známých případů, kdy byla kompletní trepanace provedena ante-mortem. (Binder et al., 1993)

- 9. Ensisheim, Francie (4 205 ± 39 př. n. l.):** Odtud pochází nález Ensesheimské kostry, která reprezentuje nejranější případ zhojené trepanace, který byl dosud nalezen. Lebka obsahuje 2 trepanační otvory podobného tvaru. Anteriorní otvor má rozměry 65 x 60 mm a nachází se v čelní kosti, kde téměř dosahuje koronárního švu a mírně se protahuje do pravé části lebky. Tento otvor je kompletně krytý nově vytvořenou kostí. Větší posteriorní otvor tvaru kosočtverce o rozměrech 95 x 90 mm se rozkládá na obou temenních kostech avšak s převahou na levé straně lebky. (Alt et al, 1997)
- 10. Trasano, Itálie (4 380 ± 70 - 3 960 ± 65 př. n. l.):** První nález datovaný do období středního neolitu, který poukazuje na užívání kostních fragmentů k zakrývání lebečních defektů. V tomto případě byl uvnitř lebky nalezen kostní fragment pasující do trepanačního otvoru, nacházejícího se na lebce poblíž oblasti bregma, který byl pravděpodobně po jeho vyjmutí vrácen zpět, aby zakrýval otvor po zbytek života operovaného jedince. (Giuffra & Fornaciari, 2017) Fragment má elipsoidní tvar s rozměry 18 x 13 mm a zároveň je vyšší uprostřed a směrem k okrajům se ztenčuje. Samotný otvor je pak také elipsoidního tvaru s rozměry 22 x 19 mm. (Mallegni & Valassina, 1996)
- 11. Grotta Patrizi, Itálie (6. – 5. tisíciletí př. n. l.):** Trepanovaná lebka patří ke kostře, která vykazovala mnoho defektů jako například plagiocefalii, lateralizaci mandibuly a různé kloubní dysmorfie a usuzuje se, že trepanace mohla s těmito defekty souviset a mít tak léčebný charakter. Trepanační otvor má elipsoidní tvar, nachází se poblíž oblasti bregma a jeho rozměry jsou 50 x 30 mm. Jedinec nedlouho po zákroku zemřel. (Giuffra & Fornaciari, 2017)
- 12. Concheiro da Moita do Sebastião, Muge, Portugalsko (6000 př. n. l.):** Zde nalezená lebka obsahuje v laterální části čelní kosti nepravidelnou oblast s kónickou depresí o rozměrech 13 mm v předozadní ose a 17 mm v příčné ose

a okolo 10 mm v hloubce. Jsou zde patrné stopy po zhojení pomocí reakce buněk v perioste, která však v době smrti nebyla aktivní. Kónická deprese je nejspíše výsledkem vrtání probíhajícího od okrajů do středu této oblasti. (Crubézy et al., 2001)

U výše uvedených případů nálezů trepanovaných lebek, patřících k nejstarším v Evropě a spadajících do období epipaleolitu, mezolitu a neolitu se vyskytuje vždy pouze jeden trepanační otvor, jedinou výjimkou je mezi nimi nález z Ensisheimu ve Francii, který obsahuje lebku se 2 trepanačními otvory. Trepanační otvory se na výše uvedených nalezených lebkách vždy nachází buďto na čelní kosti nebo na kosti temenní.

U nejstarších uvedených případů trepanovaných lebek, datovaných do epipaleolitu a mezolitu, které jsou známy od lovecko-sběračských populací z oblasti Severní Afriky, Ukrajiny a Portugalska, se nachází spíše malé trepanační otvory, vytvořené jednoduchými technikami, jako jsou vrtání a škrábání. (Crubézy et al., 2001)

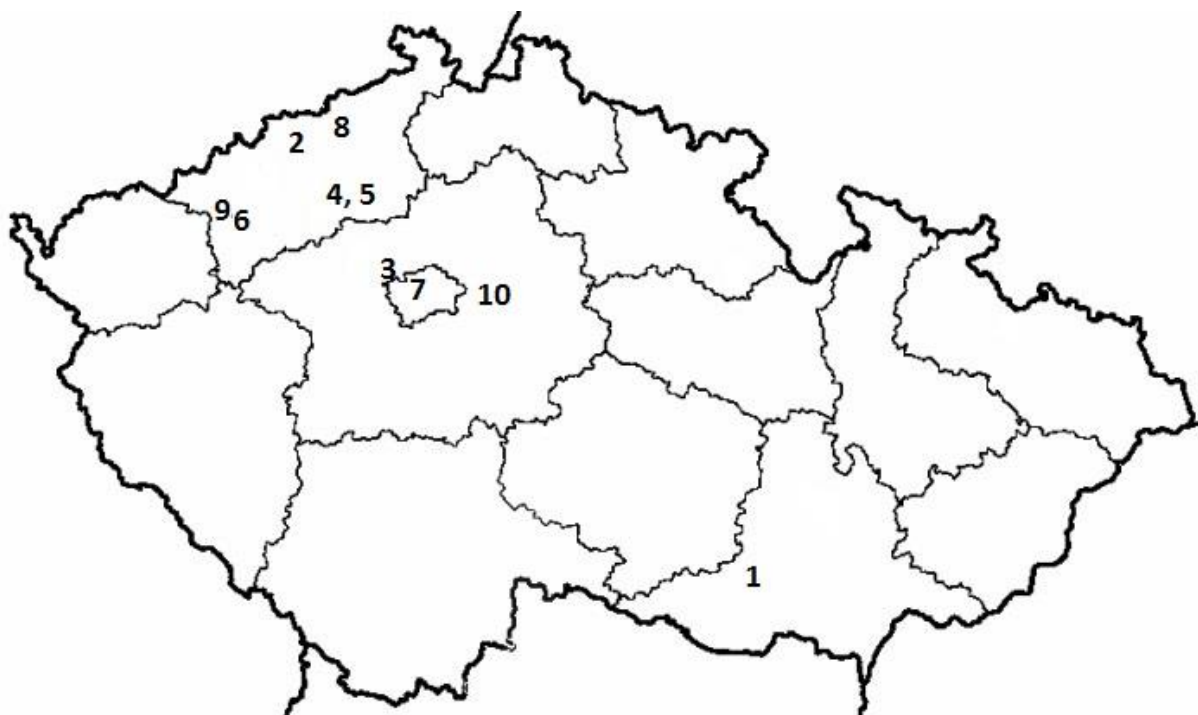
S prvními případy neolitických trepanací se trepanační otvory u nalezených lebek, oproti starším nálezům, zvětšují. A stopy nalezené na lebkách, v okolí trepanačních otvorů či samotné trepanační otvory, poukazují na vysokou úroveň zkušeností z oblasti chirurgických zákroků, které odráží dlouhou tradici v této oblasti zákroků. (Crubézy et al., 2001)

## **11. Nejstarší nálezy trepanací na území České republiky**

Na území České republiky bylo nalezeno okolo 51 trepanovaných lebek, pocházejících celkem z 39 lokalit. U mnohých z nich je datováno období, do kterého spadají, avšak u několika případů toto období nebylo určeno či u nich v současnosti již chybí archeologická dokumentace nebo nejsou známy bližší nálezové okolnosti. (Malyková, 2002)

Nejstarší nálezy na českém území spadají do pozdního eneolitu, do období kultur se šňůrovou keramikou a se zvoncovitými poháry, z nichž je prozatím nejstarší nález lebky, nalezený ve Vedrovicích, který je datován do doby okolo 5 500 př. n. l. Další nálezy pak pocházejí z kultury únětické, z laténského období, raného i vrcholného středověku a také z novověkých materiálů. (Malyková, 2002; Crubézy, 1996) Zde však

budou uvedeny pouze datované případy z kultury se šňůrovou keramikou a kultury se zvoncovitými poháry.



**Obr. 5 Geografické rozmístění nalezišť trepanací na území ČR: 1, Vedrovice, okr. Znojmo; 2, Bílina, okr. Teplice; 3, Kněžves, okr. Praha-západ; 4, Lovosice, okr. Litoměřice; 5, Lovosice, okr. Litoměřice; 6, Nové sedlo, okr. Louny; 7, Praha-Smíchov; 8, Trmice, okr. Ústí nad Labem; 9, Vikletice, okr. Chomutov; 10, Bylany u Českého Brodu, okr. Praha-východ (Vytvořeno podle dat z Malyková, 2002; Crubězy, 1996)**

### **Přehled a stručný popis nálezů:**

- 1. Vedrovice, okr. Znojmo:** Jak již bylo uvedeno v kapitole o nálezech v Evropě, lebka nalezená v této oblasti, datovaná do doby okolo 5 500 př. n. l. Jedná se prozatím o nejstarší nález trepanované lebky, který byl na českém území nalezen. Lebka obsahuje v horní části čelní kosti 2 otvory, které jsou od sebe odděleny oblastí velmi tenké kosti, jejíž tloušťka se pohybuje okolo 3 mm a jejichž okraje jsou tvořeny kompaktní kostí. Anteriorní otvor oválného tvaru, 26 mm dlouhý a 15 mm široký na vnější straně lebky a 7 - 8 mm široký na vnější straně lebky, je mírně orientovaný doleva a na jeho posteriorní konec navazuje 21 mm dlouhá prasklina. Posteriorní otvor oválného tvaru, 32 mm dlouhý a 14,5 - 11,5 mm široký, má velmi nepravidelný obrys a částečně

zasahuje do střední části pravého koronárního švu. (Crubézy, 1996; Crubézy et al., 2001)

2. **Bílina, okr. Teplice:** Zde byla nalezena lebka obsahující 2 trepanační otvory. První větší otvor, o průměru 22 mm, se nachází v pravé polovině čelní kosti a má téměř kruhový tvar. Druhý menší otvor oválného tvaru, o rozměrech 17 x 10 mm, se pak nachází v oblasti hrbolu na levé temenní kosti. Oba otvory vykazují známky hojení. (Matiegka, 1918)
3. **Kněžves, okr. Praha-západ:** Nález trepanované lebky, obsahující na levé temenní kosti v bezprostřední blízkosti sagitálního švu depresi ovoidního tvaru, o rozměrech 40 x 28 mm. Povrch okrajů i dno prolákliny je překryto laminou externa, která je na dně deprese perforována několika nepatrnými otvory. Vznik defektu jinou cestou než operačním zákrokem je možné v tomto případě vyloučit a zůstává zde možnost dokonale zhojené trepanace. (Malyková, 2002)
4. **Lovosice, okr. Litoměřice 1:** Zde nalezená lebka obsahuje, na levé polovině čelní kosti nad levou oční, téměř oválný trepanační otvor o rozměrech 49 x 38 mm na vnější straně a pouze 29 x 22 mm na vnitřní straně kosti. Okraje jsou nepravidelné, ale díky zhojení diploe a otupění vnějších okrajů se dá usuzovat, že jedinec zákrok přežil. (Vlček, 1949)
5. **Lovosice, okr. Litoměřice 2:** Nález lebky má v pravé polovině čelní kosti nepravidelný, oválný otvor se zešíkmenými okraji. Otvor má rozměry asi 30 x 40 mm na vnější straně a asi 12 x 16 mm na vnitřní straně kosti. Jeho nepravidelný a částečně zoubkovaný okraj poukazuje na vznik dírkovací metodou, avšak okolí otvory nesou stopy po škrábání. (Matiegka, 1918)
6. **Nové sedlo, okr. Louny:** Nález lebky se zhojenou trepanací. Trepanační otvor se nachází v oblasti levé poloviny koronárního švu, kde zasahuje zčásti do kosti čelní a zčásti do kosti spánkové, jeho rozměry jsou 51 x 41 mm. Byl nejspíše vytvořen škrabací technikou. (Malyková, 2002)

7. **Praha-Smíchov:** Lebka obsahující 2 trepanační otvory, vytvořené v různých obdobích života jedince. První otvor se nachází v oblasti čelní kosti, má rozměry 22 x 24 mm a na svých okrajích nese známky hojení. Druhý otvor na temenní kosti zasahuje lambdový šev a jeho okraje nenesou známky hojení, což znamená, že byl vytvořen krátce před smrtí či po smrti jedince. (Malyková, 2002)
  
8. **Trmice, okr. Ústí nad Labem:** Lebka s nepravidelným trepanačním otvorem na týlní kosti nad týlním hrbolem, o rozměrech 30 x 25 mm. Okraje otvoru vykazují jen velmi málo patrné známky hojení. Pravděpodobně šlo o zákrok provedený k odstranění úderového traumatu, avšak jedinec nedlouho po zákroku zemřel. (Malyková, 2002)
  
9. **Vikletice, okr. Chomutov:** Lebka ve špatném, fragmentárním stavu s miskovitou prohlubní v pravé polovině čelní kosti, které s jistotou nelze blíže identifikovat. V tomto případě může jít o impresní frakturu nebo také o okrajovou část trepanace. (Malyková, 2002)
  
10. **Bylany u Českého Brodu, okr. Praha-východ:** Tento nálezn pochází z období kultury zvoncovitých pohárů. Trepanační otvor se zcela vyhojenými okraji se nachází přímo na koronárním švu, se středem asi 50 mm od bregma. Otvor má lehce oválný tvar o rozměrech 36 mm ve směru švu a 45 mm sagitálním směrem. Od vnějších stran stěny nepravidelně klesají k vlastnímu otvoru o rozměrech 17,5 x 22 mm. (Malyková, 2002)

U výše uvedených nálezů trepanovaných lebek, spadajících do období kultury se šňůrovou keramikou a posledního nálezu z Bylan, spadajícího do období kultury se zvoncovými poháry, se krom nálezů z Bíliny a Prahy-Smíchova, u kterých jsou otvory dva, nachází pouze jeden trepanační otvor. Trepanační otvor se u těchto nálezů nachází nejčastěji v oblasti kosti čelní. Méně často se otvor vyskytuje v kosti temenní a pouze ve 2 případech v kosti týlní. Tvarově jsou otvory oválné či zaokrouhleného tvaru. (Malyková, 2002)



U nálezů z Bíliny a Prahy-Smíchova, u kterých se nachází dva trepanační otvory, je dle známek hojení znatelné, že trepanační otvory byly vytvořeny v různých obdobích života jedince a že jedinec trepanaci přežil dostatečně dlouho, aby mohl hojící proces proběhnout. V případě nálezů z Prahy-Smíchova však okraje novějšího otvoru postrádají stopy hojení a nasvědčuje to skutečnosti, že jedinec druhý trepanační zákrok nepřežil.

Sexuální příslušnost trepanovaných osob v uvedeném vzorku nálezů není jistá, z důvodů problematického určení sexuální příslušnosti u antropologického materiálu a to z mnoha důvodů, jako jsou například zachovalost nálezů, variabilita člověka nebo možnosti metody použité k určování. (Malyková, 2002)

S určováním věku, ve kterém byla jedinci provedena trepanace, je to podobně problematické jako s určením sexuální příslušnosti a dá se tedy určit pouze přibližně. Problém zde často představuje rozdíl mezi chronologickým a biologickým věkem člověka. Podle přibližného určení věku života se však dá usuzovat, že většina případů trepanací, na území České republiky, spadá do věkové skupiny matus, tedy 40 - 60 let. (Malyková, 2002)

## **12. Trepanace v současné době**

Dle četných nálezů se dá říci, že v minulosti byly trepanace běžně praktikované chirurgické zákroky, ať již z terapeutických, magických nebo rituálních důvodů. Avšak jen pár expertů z oblasti forenzní medicíny a antropologie si je vědoma skutečnosti, že trepanace je stále praktikována v mnoha zemích a společnostech až do současnosti. (Hershkovitz et al., 1991)

V současné době je trepanace praktikována některými kmeny, především skupinou kmenů ve východní Africe, například Kisii a Tendy v Keni a Tanzanii. Avšak na africkém kontinentu není tato praktika omezena pouze na tyto dva regiony, ale případy trepanací lze nalézt také v Ugandě, Jižní Africe, Nigérii a Somálsku. (Rawlings & Rossitch, 1994)

Jako příklad, že je trepanaci možné úspěšně provádět s minimálním vybavením i v současné době, lze uvést již zmiňovaný kmen Kisiiů, kde takzvaní "ababari", neboli tradiční léčitelé, vykonávají každý rok odhadem 500 - 800 kraniotomií. Tyto operace

lebky jsou zde vykonávány především z terapeutických důvodů a mají velmi malou míru pozákladkové úmrtnosti. (Herskovitz et al., 1991)

Je zde vhodné uvést právě průběh trepanace, u výše zmíněných, Kisiiů, který může přiblížit, jak asi vypadal a jak bylo možné provést trepanační zákrok v minulosti. Zákrok začíná velkým řezem na hlavě, pomocí ostrého nože. Poté "chirurg" prsty odhalí lebku a vloží pod okraje nově rozříznuté a rozhrnuté kůže směs drceného listí, která zastavuje krvácení. Poté je již kost postupně seškrabována, dokud není odhalena tvrdá plena mozková. Později je otevřený otvor překryt kůží a asi po 5 měsících je již otvor obvykle uzavřený. (Herskovitz et al., 1991)

Kromě již zmíněné Afriky byla tradiční trepanace vykonávána až do raného 20. století v mnoha částech světa, mezi které patří i některé státy Evropy. Trepanace, používaná k léčbě poranění hlavy, byla zaznamenána i v Evropě, například v Srbsku a Kosovu léčebné trepanace pokračovaly až do raného 20. století. Dále trepanace také dlouho přetrvávala především v oblasti Jižního Pacifiku, například v Nové Guinei, Nové Británii, Austrálii a dalších. (Martin, 2003)

Když opomeneme tradiční trepanace vykonávané za různými účely, ať již terapeutickými, náboženskými či rituálními, můžeme konstatovat, že trepanace, za účelem terapie, přetrvává až do současnosti v dnešní neurochirurgii. Došlo však k rozvoji operačních postupů, vybavení monitorujícímu stav pacienta i k výraznému pokroku v oblasti trepanačních nástrojů. (Náhlovský, 2006)

Pro zajímavost lze jako poslední příklad, kdy a jak je v současnosti používána trepanace, uvést společnost ITAG (International Trepanation Advocacy Group), která lidem za finanční obnos nabízí vykonání trepanace, za účelem zlepšení mozkové cirkulace a tím zlepšení mozkové funkce. [online]. [cit. 2017-08-16]

### **13. Závěr**

Tato práce se zaměřuje na problematiku trepanací v prehistorickém období a na nálezy trepanovaných lebek v oblasti Evropy a konkrétněji se pak zaměřuje také na nálezy z území České republiky.

V první části se práce zabývá základními údaji o trepanaci a především je zde popsána problematika diferenciální diagnostiky trepanací. Neboť diagnostice trepanací

je zapotřebí věnovat velkou pozornost, protože je nutné správně rozlišovat pravé trepanace od ostatních defektů, které vznikly jinou cestou, jakou jsou vrozené a vývojové defekty, patologická postižení, traumata či působením tafonomických procesů, atd. Důvody trepanací jsou zde rozebrány pouze velmi stručně, neboť se jedná z velké části o nepotvrzené hypotézy. A nejpravděpodobnější jsou pouze 3 důvody, proč v minulosti trepanace byla vykonávána a těmi jsou: terapeutické, náboženské a magicko-léčebné důvody.

V druhé části se práce zabývá některými případy nejstarších nálezů, u kterých je uváděn stručný popis nálezu společně s jeho datováním, pokud je známo. Nejstarší nálezy trepanovaných lebek, které byly doposud nalezeny, se nachází v oblasti Středomoří a v Evropě, které pochází z epipaleolitu a mezolitu. Nejstarší je zde nález v Taforaltu datovaný do období asi 9 950 př. n. l. U nálezů z těchto starších období jsou trepanační otvory na lebkách menší velikosti a dle znaků na lebce se dá rovněž usuzovat, že k jejich vytvoření byly použity jednoduché techniky, jako například vrtání či škrábání a jsou také časově a prostorově odděleny od mladších neolitických trepanací, které jsou svou velikostí větší a poukazují na dostatek zkušeností v oblasti tohoto typu chirurgických zákroků. U nejstarších nálezů trepanovaných lebek na území České republiky jejich datování sahá až do pozdního eneolitu, do období kultur se šňůrovou keramikou a se zvoncovitými poháry. Dosud nejstarší nález z českého území je nález z Vedrovic datovaný do období 5 500 př. n. l. Trepanace zde byly vykonávány s mnoha zkušenostmi, což dokazuje velká míra přežívání jedinců po zákroku znatelného dokazatelná dle zhojených trepanačních otvorů. Většina nálezů, které uvádí tato práce, obsahuje pouze jeden trepanační otvor a jen 3 nálezy obsahují otvory 2. Přičemž nejčastěji jsou otvory vytvářeny v oblasti čelní kosti a méně často pak také v kostech temenních a kosti týlní. Trepanace však nebyly vykonávány pouze v prehistorii, ale pokračovaly v průběhu celé historie a zachovaly se až do dnešní doby. V současnosti je trepanační zákrok stále praktikován například u kmenů Kisiiů a Tandů v Keni a Tanzanii a dalších regionech Afriky. Současně je moderní forma trepanace zachována například v neurochirurgii, kde je však vykonávána za pomoci nových metod a moderních nástrojů a techniky.

## 14. Seznam literatury

- Akhaddar, A. (2016). Introduction, Definitions and Historical Aspects. In *Cranial Osteomyelitis* (pp. 3-15). Springer International Publishing
- Alt, K. W., Jeunesse, C., Buitrago-Téllez, C. H., Wächter, R., Boës, E., & Pichler, S. L. (1997). Evidence for stone age cranial surgery. *Nature*, 387(6631), 360.
- Berger, J. M. (2005). Opioids in anesthesia. In *Seminars in anesthesia, perioperative Medicine and Pain*, 24(2), 108-119).
- Binder, D., Brochier, J. É., Duday, H., Helmer, D., Marinval, P., Thiébault, S., & Wattez, J. (1993). L'abri Pendimoun à Castellar (Alpes-Maritimes). Nouvelles données sur le complexe culturel de la céramique imprimée méditerranéenne dans son contexte stratigraphique. *Gallia préhistoire*, 35(1), 177-251.
- Bleck, T. P. (2009). Historical aspects of critical care and the nervous system. *Critical care clinics*, 25(1), 153-164.
- Brothwell, D. (2003). The future direction of research. *Trepanation: Trepanation: History, Discovery, Theory*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 365-372.
- Campillo, D. (1984). Neurosurgical pathology in prehistory. *Acta Neurochirurgica*, 70(3), 275-290.
- Collado-Vázquez, S., & Carrillo, J. M. (2014). Cranial trepanation in The Egyptian. *Neurología (English Edition)*, 29(7), 433-440.
- Crubézy, É., Bruzek, J., Guilaine, J., Cunha, E., Rougé, D., & Jelinek, J. (2001). The antiquity of cranial surgery in Europe and in the Mediterranean basin. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science*, 332(6), 417-423.
- Crubézy, É. (1996). Surgery at the origins of agriculture: the case of central Europe. *Anthropologie Brno*, 34(3), 329-332.
- Dastugue J. (1975). Pathologie des hommes épipaléolithiques d'Afalou-bou-Rhummel, Algérie, *L'Anthropologie* 79 (3), 483–506.
- Eger II, E. I., Saidman, L. J., & Westhorpe, R. N. (Eds.). (2014). *The wondrous story of anesthesia*. Springer New York, 3-10.
- Erman, T., Demirhindi, H., Göçer, A. İ., Tuna, M., İldan, F., & Boyar, B. (2005). Risk factors for surgical site infections in neurosurgery patients with antibiotic prophylaxis. *Surgical neurology*, 63(2), 107-113.
- Finger, S., & Clower, W. T. (2003). On the birth of trepanation: The thoughts of Paul Broca and Victor Horsley. *Trepanation: history, discovery, theory*. Lisse: Swets and Zeitlinger, 19-42.
- Forrest, R. D. (1982). Early history of wound treatment. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 75(3), 198-205.

- Giuffra, V., & Fornaciari, G. (2017). Trepanation in Italy: a review. *International Journal of Osteoarchaeology*.
- González-Darder, J. M. (2017). Cranial trepanation in primitive cultures. *Neurocirugía (English Edition)*, 28(1), 28-40.
- Gross, C. G. (2012). *A hole in the head: more tales in the history of neuroscience*. MIT Press.
- Hershkovitz, I., Levi, B., Hiss, J., & Arensburg, B. (1991). Medicoritual trephinations in modern Israel. *The American journal of forensic medicine and pathology*, 12(3), 194-199.
- Hershkovitz, I. (1987). Trephination: the earliest case in the Middle East. *Mitekufat Haeven: Journal of the Israel Prehistoric Society/מתקופת האבן*, 128-135.
- Chidiac, E. J., Kaddoum, R. N., & Fuleihan, S. F. (2012). Mandragora: anesthetic of the ancients. *Anesthesia & Analgesia*, 115(6), 1437-1441.
- International Trepanation Advocacy Group* [online]. Wernersville: All Rights Reserved [cit. 2017-08-16]. Dostupné z: <http://www.trepan.com/countdown-newsletter/>
- Jacob, A. K., Kopp, S. L., Bacon, D. R., & Smith, H. M. (2009). The history of anesthesia. *Clinical anesthesia. Philadelphia: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins*, 3-26.
- Kaufman, M. H., Whitaker, D., & McTavish, J. (1997). Differential diagnosis of holes in the calvarium: application of modern clinical data to palaeopathology. *Journal of Archaeological Science*, 24(3), 193-218.
- Kirkup, J. (2003). The evolution of cranial saws and related instruments. *Trepanation: History, Discovery, Theory. Lisse: Swets & Zeitlinger*, 289-304.
- Krivoshapkin, A. L., Chikisheva, T. A., Zubova, A. V., Kurbatov, V. P., Titov, A. T., & Volkov, P. V. (2014). Scythian trepanations in the Gorny Altai in Hippocratic times: modern expert appraisal of ancient surgical technologies. *World neurosurgery*, 82(5), 649-655.
- Lillie, M. C. (2003). Cranial surgery: the Epipalaeolithic to Neolithic populations of Ukraine. *Trepanation: History, Discovery, Theory. Lisse: Swets & Zeitlinger*, 175-88.
- Louis Kuo Tai, F. (1999). The origins of surgery: 1. From prehistory to renaissance. *Surgical Practice*, 3(4), 127-136.
- Mallegni, F., & Valassina, A. (1996). Secondary bone changes to a cranium trepanation in a Neolithic man discovered at Trasano, South Italy. *International Journal of Osteoarchaeology*, 6(5), 506-511.
- Malyková, D. (2002). Trepanace lebky v archeologických nálezech z území Čech. *Archeologie ve středních Čechách*, 6: 293-314.

- Martin, G. (2003). Why trepan? Contributions from medical history and the South Pacific. *Trepanation. History, discovery, theory. Lisse, Netherlands: Swets & Zeitlinger*, 323-46.
- Matiegka, J. (1918). Předhistorická trepanace a kauterisace lebek v zemích českých. *Památky Archeologické*, 30, 74-85.
- Moghaddam, N., Mailler-Burch, S., Kara, L., Kanz, F., Jackowski, C., & Lösch, S. (2015). Survival after trepanation—Early cranial surgery from Late Iron Age Switzerland. *International Journal of Paleopathology*, 11, 56-65.
- Mogliazza, S. (2009). An example of cranial trepanation dating to the Middle Bronze Age from Ebla, Syria. *J Anthropol Sci*, 87, 187-192.
- Náhlovský, J. (2006). *Neurochirurgie*. Galén.
- Nerlich, A., Peschel, O., Zink, A., & Rösing, F. W. (2005). The pathology of trepanation: differential diagnosis, healing and dry bone appearance in modern cases. *Trepanation: History, Discovery, Theory. Lisse: Swets & Zeitlinger*, (17), 43-51.
- Parry, T. W. (1914). Prehistoric man and his early effortsto combat disease. *The Lancet*, 183(4737), 1699-1703.
- Piggot, S. (1940). A Trepanned Skull of the Beaker Period from Dorset and the Practice of Trepanning in Prehistoric Europe. *The Prehistoric Society*, No. 3, 112-132.
- Prioreschi, P. (1991). Possible reasons for Neolithic skull trephining. *Perspectives in biology and medicine*, 34(2), 296-303.
- Rawlings, C. E., & Rossitch, E. (1994). The history of trephination in Africa with a discussion of its current status and continuing practice. *Surgical neurology*, 41(6), 507-513.
- Ruffer, A. (1919). Studies in palæopathology. Some recent researches on prehistoric trephining. *The Journal of Pathology*, 22(1), 90-104.
- Slepchenko, S. M., Vybornov, A. V., Slavinsky, V. S., Tsybankov, A. A., & Matveev, V. E. (2017). Ante Mortem Cranial Trepanation in the Late Bronze Age in Western Siberia. *International Journal of Osteoarchaeology*, 27(3), 356-364.
- Verano, J.W. (2017). Differential diagnosis: Trepanation. *International Journal of Paleopathology*
- Verano, J. W., & Finger, S. (2009). Ancient trepanation. *Handbook of clinical neurology*, 95, 3-14.
- Vlček, E. (1949). Trepanace na předhistorických lebkách v severozápadních Čechách. *Krajem Lučanů*, 15, 31-42.
- Weber, J., & Wahl, J. (2006). Neurosurgical aspects of trepanations from Neolithic times. *International Journal of Osteoarchaeology*, 16(6), 536-545.