

**M A S A R Y K O V A
U N I V E R Z I T A**

LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Využití ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu

Diplomová práce

BC. NATÁLIE MACHALOVÁ

Vedoucí práce: Mgr. Edita Pešáková, DiS.

Ústav zdravotnických věd
Program Intenzivní péče

Brno 2025

M U N I
M E D

Bibliografický záznam

Autor:	Bc. Natálie Machalová Lékařská fakulta Masarykova univerzita Ústav zdravotnických věd
Název práce:	Využití ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu
Studijní program:	Intenzivní péče
Vedoucí práce:	Mgr. Edita Pešáková, DiS.
Rok:	2025
Počet stran:	68
Klíčová slova:	Doporučené postupy, arteriální přístup, punkce tepny, intenzivní péče, ultrazvuková asistence

Bibliographic record

Author: Bc. Natálie Machalová
Faculty of Medicine
Masaryk University
Department of Health Scientist

Title of Thesis: The Use of Ultrasound in Providing Arterial Access

Degree Programme: Intensive care

Supervisor: Mgr. Edita Pešáková, DiS.

Year: 2025

Number of Pages: 68

Keywords: Guidelines, arterial access, artery puncture, intensive care, ultrasound guidance

Anotace

Diplomová práce je zaměřena využitím ultrazvukového zobrazení při zajištění arteriálního vstupu v intenzivní a perioperační péči. Arteriální přístup umožňuje kontinuální měření krevního tlaku a opakovaný odběr krve k analýze krevních plynů. Ačkoli se jedná o běžný výkon, jeho provedení může být v některých situacích technicky náročné. Cílem práce je prostřednictvím literární rešerše zmapovat přínosy bedside ultrazvuku při zavádění arteriálního katétru, zejména ve srovnání s tradiční palpační metodou. Téma reflektuje rostoucí význam využití ultrazvuku v ošetrovatelské praxi a zároveň osobní zájem autorky o jejich praktické uplatnění.

Abstract

This thesis focuses on the use of ultrasound imaging for securing arterial access in intensive and perioperative care. Arterial access allows for continuous blood pressure monitoring and repeated blood sampling for blood gas analysis. Although it is a routine procedure, its execution can be technically challenging in certain situations. The aim of the thesis is to map the benefits of bedside ultrasound for arterial catheter insertion, particularly in comparison with the traditional palpation method, through a literature review. The topic reflects the growing significance of ultrasound use in nursing practice and the author's personal interest in its practical application.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Využití ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu** zpracovala sama. Veškeré prameny a zdroje informací, které jsem použila k sepsání této práce, byly citovány v textu a jsou uvedeny v seznamu použitých pramenů a literatury.

V Brně 28. dubna 2025

.....
Bc. Natálie Machalová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce, Mgr. Editě Pešákové, DiS., za odborné vedení, cenné rady a vstřícný přístup, který mi po celou dobu zpracování práce poskytovala. Podpora, trpělivost a ochota konzultovat jak odborné otázky, tak praktické detaily, pro mě byly velkou pomocí a motivací.

Mé poděkování patří také mé rodině za jejich neustálou podporu, trpělivost a víru ve mně během celého studia. Velké díky patří rovněž mému příteli za jeho povzbuzení, pochopení a pomoc ve chvílích, kdy to bylo nejvíce potřeba.

Obsah

Seznam obrázků	13
Seznam tabulek	14
Seznam pojmů a zkratk	15
Seznam příloh	16
1 Úvod	17
2 ARTERIÁLNÍ KANYLACE	18
2.1 Kompetence zajištění arteriálního vstupu.....	18
2.2 Indikace ke zajištění arteriálního vstupu.....	19
2.3 Kontraindikace spojené s arteriálními vstupy.....	19
2.4 Varianty arteriálního katétru	20
2.5 Arteriální křivka	20
2.6 Místa zajištění arteriálního vstupu	21
3 Techniky zavedení arteriálního vstupu	24
3.1 Technika „over the needle“	24
3.2 Seldingerova metoda „over the wire technique“	25
3.3 Uplatnění ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu	25
3.4 Komplikace spojené s arteriálními vstupy	26
4 Zajištění arteriálního vstupu v praxi	28
4.1 Alternativy pro znecitlivění oblasti vpichu	28
4.2 Pomůcky potřebné k zajištění arteriálního vstupu.....	29
4.3 Makroskopické vyšetření palmárního oblouku horní končetiny	30
4.4 Postup	31
4.5 Ošetrovatelské péče o arteriální vstup.....	31
4.6 Odběry arteriální krve	32
4.7 Extrakce arteriální kanyly.....	33
5 Empirická část	34

5.1	Cíl výzkumu a dílčí otázky	34
5.2	Stanovení klinické otázky	34
5.3	Metodika výzkumu	35
5.4	Výsledky	36
5.5	Výsledky sekundární analýza zdrojů	41
5.6	Shrnutí jednotlivých výstupů z PICO otázky	47
6	Diskuze	51
6.1	Limitace výzkumu	59
7	Doporučení pro praxi	60
8	Závěr	61
	Použité zdroje	62
Příloha A	Ultrazvukové zobrazení arteria radialis	69
Příloha B	Ultrazvukové zobrazení arteria femoralis	70
Příloha C	Ischémie distální části končetiny	71
Příloha D	Otevřený odběrový systém	72
Příloha E	Uzavřený odběrový systém	73
Příloha F	Barbeauův test	74
Příloha G	Poster	75
	Rejstřík	76

Seznam obrázků

Obrázek 1 Grafické znázornění arteriální křivky ⁸	21
Obrázek 2 Grafické znázornění arteria radialis ⁸	22
Obrázek 3 Grafické znázornění arteria femoralis ⁸	23
Obrázek 4 Vývojový diagram	37

Seznam tabulek

Tabulka 1 Výzkumná otázka dle modelu PICO	34
Tabulka 2 Inkluzivní a exkluzivní kritéria	35
Tabulka 3 Souhrn vybraných studií	39
Tabulka 4 Souhrn vybraných studií	40
Tabulka 5 Souhrn výstupů z PICO otázky	48
Tabulka 6 Souhrn výstupů z PICO otázky	49
Tabulka 7 Souhrn výstupů z PICO otázky	50

Seznam pojmů a zkratek

a.	– Arteria
ABR	– Acidobazická rovnováha
BMI	– Body Mass Index
cm	– Centimetr
ČR	– Česká republika
Et al.	– „a jiní“
G	– Gauge = velikost katétru
JIP	– Jednotka intenzivní péče
kol.	– Kolektiv
MAP	– Mean Arterial pressure = střední arteriální tlak
mmHg	– Milimetry rtuťového sloupce
PT	– Palpační technika
Sb.	– Sbírka zákonů
UZ	– Ultrazvuk
VS	– Všeobecná sestra

Seznam příloh

Přílohy v textu

Příloha A	Ultrazvukové zobrazení arteria radialis	69
Příloha B	Ultrazvukové zobrazení arteria femoralis	70
Příloha C	Ischémie distální části končetiny	71
Příloha D	Otevřený odběrový systém	72
Příloha E	Uzavřený odběrový systém	73
Příloha F	Barbeauův test	74
Příloha G	Poster	75

Ostatní přílohy

1 Úvod

Zajištění arteriálního vstupu je důležitým a často prováděným výkonem v intenzivní a perioperační péči. Slouží především k nepřetržitému monitorování arteriálního krevního tlaku a k opakovanému odběru arteriální krve, především pro analýzu krevních plynů. Jedná se o rutinní výkon, ale jeho provedení může být v některých situacích obtížné. Hlavně u pacientů s hypoperfuzí, obezitou nebo jinými faktory ztěžujícími lokalizaci cév.

Téma využití ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu jsem zvolila s ohledem na jeho stále rostoucí význam v klinické praxi, zejména v oblasti intenzivní péče, kde jsou přesnost a bezpečnost invazivních výkonů zásadními faktory ovlivňujícími kvalitu poskytované péče. Volba tématu zároveň reflektuje můj odborný zájem o implementaci moderních zdravotnických technologií do ošetrovatelské praxe a jejich přínos pro zvýšení kvality a efektivity péče.

Cílem diplomové práce je přiblížit možnosti a přínosy ultrazvukem asistovaného zajištění arteriálního vstupu a zároveň poukázat na jeho potenciál pro běžnou klinickou praxi, zejména u sester v intenzivní péči.

2 ARTERIÁLNÍ KANYLACE

Arteriální kanylace je invazivní zákrok, který se provádí především v perioperačním období a na jednotkách intenzivní péče (dále jen JIP). Hlavním důvodem pro zavedení arteriálního vstupu je sledování hemodynamiky a opakovaný odběr arteriální krve.^{1,2}

Studie vědců ze Spojených států amerických upozorňuje na skutečnost, že na JIP má arteriální katétr zavedeno 49,2 % pacientů vyžadujících umělou plicní ventilaci a 51,79 % pacientů podstupující léčbu vazopresory. Současně až 25 % těchto pacientů vykazuje komplikace spojené s tímto invazivním vstupem.³

Arteriální katétr spojený s arteriální linkou umožňuje monitorovat invazivně arteriální tlak, včetně středního arteriálního tlaku (z anglického názvu Mean Arterial Pressure, dále jen MAP). MAP je indikátorem perfúze orgánů. U zdravých jedinců se běžně pohybují hodnoty MAP mezi 70 a 100 mmHg. U pacientů v kritickém stavu na JIP je snaha udržovat hodnotu MAP minimálně 65 mmHg, aby byla dosažena dostatečná orgánová perfúze.^{4–6}

2.1 Kompetence zajištění arteriálního vstupu

V rámci platných právních předpisů má všeobecná sestra se specializací v intenzivní péči pravomoc provádět zajištění arteriálního vstupu. Ukotveno ve vyhlášce č. 55/2011 o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků. „Všeobecná sestra se specializací v intenzivní péči může provádět punkci artérií k jednorázovému odběru krve a kanylaci k invazivní monitoraci krevního tlaku s výjimkou arterie femoralis“.⁷

2.2 Indikace ke zajištění arteriálního vstupu

Indikace zahrnují situace, kdy je zapotřební sledovat náhlé změny ve zdravotním stavu pacienta. Nejčastěji sledujeme hemodynamiku v situacích při oběhové nestabilitě a při využití vazoaktivních léčiv. Arteriální vstup je zaváděn také u pacientů, u kterých potřebujeme časté odběry pro monitoraci vnitřního prostředí. Lze využít invazivního vstupu i u pacientů, u kterých očekáváme obtížné nebo nemožné monitorování krevního tlaku neinvazivním způsobem. Příkladem jsou pacienti s popáleninami nebo pacienti po vícečetném poranění končetin.^{8,9}

2.3 Kontraindikace spojené s arteriálními vstupy

Při zavedení arteriálního katétru je důležité vzít v úvahu relativní a absolutní kontraindikace. Relativní kontraindikace zahrnují faktory, které mohou zvýšit riziko nežádoucích účinků nebo komplikací, ale nejsou přímým zákazem zavedení arteriálního katétru. Na druhou stranu absolutní kontraindikace představují podmínky, které zcela vylučují použití arteriálního katétru. Zavedení katétru v těchto případech by bylo nebezpečné nebo neúčinné. Při rozhodování o vhodnosti zavedení arteriálního katétru je důležité pečlivě zvážit všechny příslušné klinické faktory a individuální potřeby pacienta.¹⁰

Mezi relativní kontraindikace zavedení arteriálního katétru patří významné cévní postižení v místě plánované kanylace, koagulopatie, krvácivé poruchy a současné nebo nedávné podávání fibrinolytické nebo antikoagulační terapie, které zvyšuje riziko krvácení v místě kanylace. V případě, kdy zjistíme nedostatečnou cirkulaci v končetině, Buergerova nemoc, infekce v lokalitě zavedení, hluboké popáleniny na potenciálním místě zavedení, předchozí chirurgické intervence na cévách v místě zavedení nebo Raynaudův syndrom představují absolutní kontraindikace pro zavedení arteriálního katétru.^{11,12}

2.4 Varianty arteriálního katétru

Arteriální katétrý se nejčastěji vyrábějí z teflonu a polyethylenu. Teflonové katétrý jsou měkčí a méně náchylné k tvorbě trombů, avšak mají větší tendenci ke stlačení.¹¹ Dalším materiálem na trhu je silikon. Silikonové katétrý mají oproti teflonu a polyethylenu výhodu v odolnosti proti tvorbě stěnné a periferní trombózy.¹³

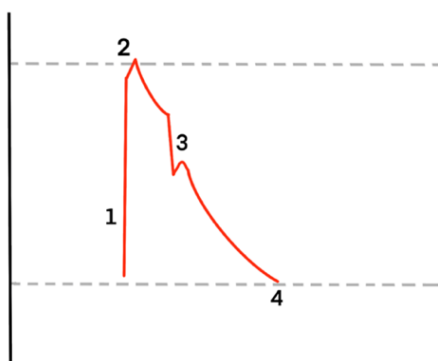
Označení délky a průsvitu kanyl je rozlišeno dle číslování „guage“ (dále jen G). V praxi využíváme kanyly o rozměrech 18-22 G.¹¹

Studie, která probíhala v letech 2006 až 2012 na oddělení anesteziologie Mayo Clinic College of Medicine, sídlící v hlavním městě Rochester amerického státu Minnesota, zahrnula celkem 62 626 arteriálních katétrů u pacientů. Výsledky této studie ukázaly, že katétrý o velikosti G 20 byly nejčastěji používaným typem. Využití velikost kanyly G 20 byla zvolena až u 90,1 % pacientů.¹⁴

2.5 Arteriální křivka

Arteriální křivka je grafické znázornění arteriálního tlaku. Křivka začíná otevřením aortální chlopně. Otevření chlopně vede k vzestupu křivky, zobrazením anaktorickým raménkem. Po dosažení vrcholu následuje diastolická fáze. Diastolická fáze je vyobrazena dikrotickým raménkem, která zobrazuje funkčnost levé komory. Tato část křivky je ukončena uzavřením aortální chlopně, vede k diastole a na křivce se projeví dikrotickým zářezem.^{9,10}

Grafické znázornění arteriální křivky se liší vzhledem k místu zavedení arteriální kanyly. Tato variabilita je způsobena různými faktory, včetně anatomických vlastností konkrétní arterie. Je důležité zmínit, že každé místo zavedení může vykazovat specifické charakteristiky arteriálního tlaku a průtoku krve, který ovlivňuje tvar a dynamiku arteriální křivky.^{8,10}

Obrázek 1 Grafické znázornění arteriální křivky⁸

Obrázek číslo 1 zobrazuje arteriální křivku a její fáze: Na začátku se objeví vzestup systolického tlaku, následuje vrchol systolického tlaku. Poté přichází diastolická fáze, která zahrnuje dikrotický zářez. Na závěr je zaznamenán konečný diastolický tlak.⁸

2.6 Místa zajištění arteriálního vstupu

Výběr místa pro zajištění arteriálního katétru závisí na několika faktorech. Klíčových z nich, který ovlivňuje volbu tepny, je zdravotní stav pacienta a dané končetiny. Dále se zohledňuje zvyklosti pracoviště a preference zdravotnického týmu. Místa zavedení arteriálního katétru lze rozdělit na periferní a centrální přístupy. Mezi centrální přístupy patří zejména a. femoralis, které je doporučováno u pacientů s výraznou vazokonstrikcí, například při šokových stavech. Centrální přístup umožňuje přesnější údaje o arteriálním tlaku, z důvodu minimalizace odražených vln z periferií. Za hlavní výhodou periferního přístupu, zejména a. radialis je nižší riziko infekce, kolaterální zásobení ruky další arterií, které má výhodu předcházení ischemií končetiny.¹⁰

2.6.1 Arteria radialis

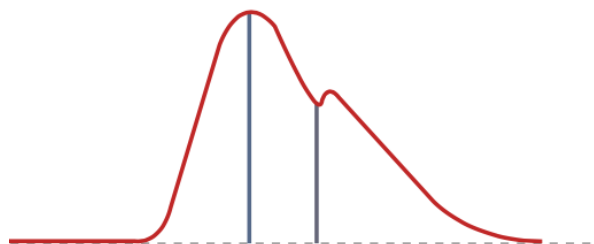
Nejčastějším a nejbezpečnějším místem pro zavedení arteriálního katétru je arteria radialis. Tento výběr je preferován z několika důvodů.¹⁵

Snadný přístup je umožněn díky dobré hmatatelnosti této tepny. Poloha tepny je mimo oblast hlavních nervů a minimalizuje se riziko jejich poškození. Arteria radialis

disponuje bohatou sítí kolaterálních cév, které zajišťují adekvátní prokrvení v oblasti tepny. Proto je arteria radialis optimálním místem pro zavedení arteriálního katétru v rámci klinické praxe.^{13,16} Místo pro zavedení kanyly by mělo být v distální části paže, kde je tepna snadno dostupná a dobře hmatná. Nejčastějším místem pro kanylaci radiální tepny je proximální flexorový záhyb zápěstí, který se nachází přibližně 1 cm proximálně od výběžku styloиду radia. Tento bod je zvolen z důvodu snadné dostupnosti tepny, která je zde povrchově uložena a méně náchylná k poškození během pohybů zápěstí. Zároveň je tato oblast anatomicky bezpečnější, protože riziko poranění okolních struktur je minimální.¹⁷

Obrázek 2 zobrazuje na grafickou podobu arteriální křivky u zavedeného arteriálního katétru do arteria radialis.

Obrázek 2 Grafické znázornění arteria radialis⁸



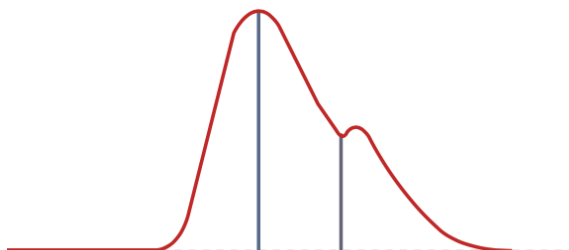
2.6.2 Arteria femoralis

Nejběžnějším místem pro zavedení katétru na dolní končetině je arteria femoralis. Tato volba je obvyklá díky povrchovému uložení a velkému objemu stehenní tepny, která je vhodná pro katetrizaci u nestabilních pacientů. Nicméně tato lokalizace nese vyšší riziko infekčních komplikací z okolních struktur.^{15,16,18}

Femorální tepna se nachází pod tříselným vazem, kde vychází z vnější ilické tepny. Leží mezi přední horní kyčelní páteří a stydkou kostí, přičemž je umístěna mediálně od nervu a laterálně od žíly. Kvůli vyššímu riziku krvácení, z důvodu většího průměru této tepny oproti radiální, by měl být přístup do tepny proveden asi 2,5 cm pod tříselným vazem, což umožní účinné stlačení cévy. Femorální puls lze snadno nahmatat mírným tlakem ve středu oblasti mezi kyčelní páteří a stydkou sponou.¹⁷

Obrázek 3 zobrazuje grafické znázornění arteriální křivky při zavedení arteriálního katétru do arteria femoralis.

Obrázek 3 Grafické znázornění arteria femoralis⁸



2.6.3 Arterie Brachialis

Arteria brachialis může být využita, jako alternativní přístup při zavádění arteriálního katétru. Tento přístup je využit, když je kanylace periferních tepen, jako je arteria radialis, obtížná nebo kontraindikovaná.

Arteria brachialis je hlavní tepnou horní končetiny a může být využita pro invazivní monitorování krevního tlaku. Zavedení arteriálního katétru do arterie brachialis je obecně spojeno s nízkou mírou komplikací, která činí pouze 0,2 %. Nicméně i přesto mohou být komplikace spojené s tímto zákrokem závažné.^{19,20}

Handlogten a kol. ve své retrospektivní studii prezentují výsledky zaměřené na katetrizaci brachiální tepny. Došli k zjištění, že pouze u 3 pacientů (0,35 %) z 858 sledovaných dospělých pacientů, kteří podstoupili katetrizaci brachiální tepny, došlo k cévním komplikacím. Infekční ani neurologické komplikace nebyly zaznamenány.²⁰

3 Techniky zavedení arteriálního vstupu

Preference techniky zavedení arteriálního vstupu se mohou výrazně lišit v závislosti na jednotlivých postupech a protokolech daného oddělení, stejně jako na zkušenostech a odborných znalostech kompetentního zdravotnického personálu.

Výběr postupu může být ovlivněn řadou faktorů, včetně dostupného technického vybavení, charakteristik pacientů a také individuálních preferencí či zkušeností lékařů a sester. V některých případech může být preferována určitá technika z důvodu nižšího rizika komplikací.¹²

Správné zavedení arteriálního vstupu je zásadní pro snížení rizik a předcházení komplikací, a proto je nezbytné, aby zdravotnický personál prokazoval nejen znalost anatomie, ale byl kvalitně seznámen s odlišnými metodami a jejich správným provedením. Zavedením arteriálního vstupu v konečném důsledku vyžaduje komplexní přístup, který kombinuje technické dovednosti, znalosti anatomie, zkušenosti a respekt ke profesním kompetencím. Takový přístup vede k dosažení nejlepších výsledků pro pacienta.

3.1 Technika „over the needle“

Technika katétru přes jehlu představuje základní metodu při zajištění arteriálního přístupu a je v této oblasti považována za standardní techniku. Tato metoda zahrnuje postup, při kterém jehla, již s integrovaným katétrem, vstupuje do cévního řečiště. Tento proces zajišťuje plynulé zavedení katétru přímo do arterie.^{12,17}

Postup začíná zavedením jehly, která proniká kůží pacienta pod úhlem 30 – 45° a následně vstupuje až do lumenu arterie. Pozice integrovaného katétru v jehle umožňuje okamžitou a hladkou aplikaci katétru do arteriálního řečiště po úspěšné punkci tepny. Tímto způsobem je katétr přesně umístěn v lumenu cévy, vhodná pozice je klíčová pro monitorování nebo odběru vzorků.^{3,17}

Po umístění katétru do arterie následuje důležitý krok odstranění jehly. Jehla je opatrně vytažena a katétr zůstává bezpečně umístěn v arteriálním řečišti. Aby bylo

zajištěno, že katétr zůstane na místě a nedojde k jeho dislokaci, je důkladně fixován ke kůži pacienta pomocí stehů nebo speciálním fixačním krytí. Fixace je důležitá pro udržení správné polohy katétru a pro prevenci jeho náhodného vytažení či jiných komplikací, jako je například krvácení.¹⁷

3.2 Seldingerova metoda „over the wire technique“

Seldingerova metoda je používaná technika v medicíně, která umožňuje bezpečný přístup k cévám, především tepnám, pro diagnostické a terapeutické účely. Tato metoda byla poprvé popsána švédským radiologem Sven-Ivar Seldingerem v roce 1953 a je dnes základem mnoha intervenčních postupů, včetně punkce tepen.^{21,22}

Aseptický postup zahrnuje a několik klíčových kroků, které zajišťují přístup do cévy. Prvním krokem je punkce tepny jehlou, která se zavádí do lumenu tepny. Po punkci arterie je skrz jehlu zaveden měkký drát, který slouží jako vodič. Jakmile je drát umístěn v tepně, jehla je odstraněna, přičemž vodící drát zůstává v tepně. Následuje zavedení katétru, který je nasazen na vodící drát a posouván do lumenu tepny, dokud nedosáhne požadované pozice. Katétr je naváděn podél drátu, což zajišťuje jeho přesnou lokalizaci a minimalizuje riziko nesprávného zavedení. Jakmile je katétr v arterii, vodící drát je odstraněn a katétr zůstává v tepně.^{17,23}

Konečným krokem je fixace katétru ke kůži pacienta, aby se zajistila jeho stabilita a prevence nechtěného pohybu nebo vytažení.

3.3 Uplatnění ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu

Využití ultrazvuku je dnes běžně využíváno nejen při kanylaci tepny, ale také při zavádění centrálních žilních katétrů a dalších cévních přístupů. Tento přístup se stal součástí standardních postupů v mnoha zdravotnických zařízeních, zejména díky své vysoké účinnosti a bezpečnosti. Ultrazuková asistence umožňuje přesně vizualizovat cévy v reálném čase.^{24,25} Znárodnění cév výrazně zvyšuje pravděpodobnost úspěšného

zavedení kanyly na první pokus a zároveň snižuje riziko komplikací, jako je vznik hematomu či nesprávné umístění katétru.^{24–27}

Příloha A zobrazuje průměr a průtok arteria radialis. Příloha B se zaměřuje na průměr a průtok arteria femoralis. Tyto přílohy poskytují vizuální prezentaci naměřených hodnot a ilustrují schopnost ultrazvukového vyšetření efektivně zachytit hlavní parametry.

Tento postup je spojen s vyšším komfortem pro pacienty, jelikož zkracuje dobu procedury a minimalizuje počet pokusů o zavedení kanyly. V důsledku toho je ultrazvukové navádění považováno za zlatý standard.²⁵

3.4 Komplikace spojené s arteriálními vstupy

Komplikace spojené s kanylací arteriálního řečiště rozdělujeme na časné a pozdní.

Časné komplikace se obvykle vyskytují v průběhu nebo bezprostředně po zavedení katétru. Mezi nejčastější patří bolest a hematoma. Hematom vzniká při nesprávné manipulaci nebo poranění cévní stěny během zavádění katétru. Vyskytuje se u 15 – 50 % pacientů, ale obvykle není klinicky významný. Další časnou komplikací je arteriální spasmus, tedy reflexní zúžení cévy způsobené podrážděním při zavádění arteriálního katétru. Krvácení může nastat v místě vpichu, hlavně při antikoagulační léčbě.^{28,29}

Pozdní komplikace se obvykle objevují po delším používání arteriálního katétru. Mezi tyto komplikace patří infekce katétru, která může být lokalizovaná, nebo může vést k systémové infekci, například sepsi. K infekci může dojít exogenní nebo endogenní cestou. Exogenní cestou se mikroorganismy dostávají do těla pacienta, nejčastěji kvůli nesprávné manipulaci. Při nesprávném zacházení dochází ke kontaminaci, následně mikroorganismy osídlí lumen a při rutinním odběru může vzniknout infekce krevního řečiště. Tato cesta infekce je označována jako intraluminální. Hematogenní infekce je označována jako infekce pocházející z jiného infekčního ložiska v těle pacienta. Tento typ infekce je méně častý.^{28–30}

Dalšími pozdními komplikacemi, které mohou nastat jsou trombóza, ischémie, okluze, dislokace, zalomení katétru nebo dochází k samostatnému odstranění. Termín "self-discontinuation" znamená, že invazivní vstup byl vyjmut pacientem.^{2,28}

Okluze neboli uzávěr může vzniknout nejčastěji nedostatečným proplachem arteriální linky. Dříve byl běžně používán fyziologický roztok s heparinem k proplachování. Nicméně v současnosti je preferováno použití fyziologického roztoku bez přidání dalších látek v přetlakové manžetě, protože nebyl prokázán žádný významný rozdíl ve výsledcích oproti infuzi s heparinem.^{31,32}

K okluzi, která tvoří 19,7 % všech komplikací, může dojít i při kanylaci tepny, pokud katétr má průměr srovnatelný s průměrem lumenu tepny, proto se v praxi preferují kanyly s menším průsvitem nebo využití bedside ultrazvukového vyšetření. U kanylace arterie radialis využíváme ke stanovení průchodnosti palmárního oblouku Allenův test nebo jeho modifikace. Riziko komplikace ve formě okluze se zvyšuje u pacientů s vysokým BMI, cévním onemocněním, při využití léčby katecholaminy nebo při prodloužené době zavedení katétru. V příloze C je zobrazena ischémie distální části končetiny, po zavedení arteriálního vstupu. Mezi pozdní vzácné komplikace spojené s arteriálními vstupy lze zařadit ischémii končetiny nebo pseudoaneurysma, které se může objevit v důsledku poškození cévní stěny. Tyto závažné komplikace se vyskytují s frekvencí nižší než 1 %.^{29,33}

4 Zajištění arteriálního vstupu v praxi

Při zajišťování arteriálního vstupu je nezbytné vždy dodržovat přísné aseptické postupy, aby bylo minimalizováno riziko infekce. Každý krok od přípravy nástrojů, dezinfekci místa vpichu až po samotné zavedení katétru musí být proveden s maximální pečlivostí.¹²

Pokud je pacient při vědomí, je nezbytné zajistit edukaci o plánovaném výkonu a získat informovaný souhlas. Následuje příprava místa punkce, která může zahrnovat zastřížení ochlupení v oblasti zavedení arteriální kanyly, aby se snížilo riziko infekce a usnadnila aplikace sterilního krytí. Součástí přípravy může být zajištění ultrazvukového přístroje u lůžka pacienta, dle zvyklostí a zkušeností oddělení.^{30,34}

Po zavedení arteriálního katétru je nezbytné pacienta pečlivě monitorovat. Je potřeba pravidelně kontrolovat místo vpichu, sledovat známky případné infekce, zajišťovat průchodnost katétru a sledovat, zda nedochází k ischemii nebo jiným komplikacím, jako je například tvorba hematomu nebo krvácení. Tento důkladný přístup umožňuje včasné odhalení a řešení případných problémů, a tím přispívá k bezpečnosti pacienta.

4.1 Alternativy pro znecitlivění oblasti vpichu

Zajištění znecitlivění v místě punkce je klíčovým prvkem pro zvýšení komfortu pacienta během invazivních zákroků, jako je zavádění arteriální kanyly. Nejčastěji používanou metodou k dosažení tohoto efektu je infiltrační anestezie, při níž lékaři aplikují malé množství lokálního anestetika. Tím dochází k rychlému a účinnému znecitlivění povrchových struktur kůže, které výrazně snižuje vnímání bolesti během výkonu.^{35,36}

Sestry se specializací, které často zajišťují arteriální vstup, nejsou dle současných předpisů oprávněny aplikovat intradermální injekce. To vytváří potřebu hledání alternativních metod znecitlivění, které by mohly být prováděny v rámci jejich kompetencí a zároveň zajišťovaly dostatečný komfort pacienta.

Jednou z takových alternativ je použití topických anestetik, například ve formě krémů, gelů, sprejů nebo náplastí obsahujících lidokain, které se aplikují přímo na kůži před výkonem.^{35,36} Tyto přípravky poskytují efektivní, i když povrchové znecitlivění, a jsou snadno použitelné bez potřeby invazivního zásahu. Důležitým krokem při zajišťování znecitlivění v místě punkce je včasná aplikace anestetika. Pro dosažení optimálního účinku je nezbytné aplikovat topické anestetikum přibližně 30 minut před samotným výkonem. Tato časová prodleva umožňuje, aby aktivní látky pronikly do povrchových vrstev kůže a dosáhly dostatečné koncentrace, která zajistí účinné znecitlivění dané oblasti.³⁷

4.2 Pomůcky potřebné k zajištění arteriálního vstupu

Pomůcky potřebné pro zavedení arteriální kanyly lze připravit buď jednotlivě, a to umožňuje přizpůsobení výběru nástrojů specifickým potřebám výkonu, nebo můžeme využít jednorázové sety, pokud jsou na oddělení k dispozici. Tyto sety obsahují všechny nezbytné nástroje v jednom sterilním balení. Mohou zjednodušit přípravu a zkrátit čas potřebný k výkonu a snížit riziko kontaminace.^{19,38}

Sterilní stůl nejprve mechanicky dezinfikujeme a dodržíme předepsanou dobu expozice dezinfekčního prostředku. Během této doby sestra provede hygienickou dezinfekci rukou, oblékne si sterilní ochranné pomůcky a správně umístí sterilní roušku. Na sterilní stůl následně asepticky položíme potřebné pomůcky: sterilní peán nebo pinzetu, sterilní tampóny, sterilní čtverce, perforovanou sterilní roušku, arteriální katétr nebo arteriální kanylu, injekční stříkačku k proplachu katétru a sterilní návlek na ultrazvukovou sondu. Dle indikace lékaře připravíme vhodné anestetikum a další potřebné pomůcky.^{30,34}

Pokud arteriální katétr zavádí lékař, je nezbytné na sterilní stůl připravit injekční stříkačku a injekční jehly pro aplikaci lokálního anestetika. Naopak, pokud katétr zavádí sestra, měla by zvolit vhodnou alternativu znecitlivění, kterou aplikuje s dostatečným předstihem, aby účinek anestetika nastoupil včas a zajistil pacientovi maximální komfort.³⁰

Sterilní stůl by měl být organizován s jasným rozdělením. Na spodní, nesterilní plochu lze umístit pomůcky, jako je emitní miska, vhodná dezinfekce a fyziologický roztok pro proplach katétru. Před zahájením zákroku je důležité mít připravenou tlakovou manžetu s umístěným fyziologickým roztokem a zkontrolovaný set s tlakovým převodníkem, který musí být předem propláchnutý. Tento postup zajišťuje hladký průběh zavedení katétru a minimalizuje riziko komplikací.^{30,34}

4.3 Makroskopické vyšetření palmárního oblouku horní končetiny

Kolaterální prokrvení ruky lze vyšetřit přímo u lůžka pacienta před punkcí radiální tepny.³³ Provedení Allenova testu, slouží k orientačnímu vyšetření funkce palmárního arteriálního oblouku. Vyšetření založené na kompresi, uvolnění vřetení a loketní tepny sledujeme barevné změny kůže, které indikují stav cévního zásobení a průtoku krve.^{19,30}

Allenův test však není považován za přesný prediktor ischemických komplikací. Využití technických metod, jako jsou pulzní oxymetrie, pletysmografie (známá také jako Barbeauův test) nebo dopplerovský ultrazvuk, vede k podstatnému zlepšení přesnosti hodnocení kolaterální perfúze. Tyto přídatné metody mohou poskytnout doplňující informace ohledně deficitu nebo funkce palmárního arteriálního oblouku.^{19,39,40} Podle pokynů Asociace anesteziologů Velké Británie a Irska je Allenův test doporučován pouze k posouzení kolaterální perfúze, nikoliv jako prediktor potenciálních komplikací. Spolehlivějším ukazatelem je ultrazvukové vyšetření, které umožňuje přesné stanovení průměru cévy a její průchodnosti.^{15,33,40}

Reverzní Barbeauův test využívá pulzní oxymetr umístěný na palci vyšetřované horní končetiny k zobrazení pletysmografického průběhu. Test zahrnuje postupnou kompresi ulnární a radiální tepny, přičemž se čeká na ztrátu pletysmografické vlny. Po uvolnění radiální tepny se následně vyhodnotí pletysmografická vlna.^{41,42}

Obnovení průchodnosti arteria radialis a prokrvení arcus palmaris je prováděna na základě hodnocení čtyř typů křivek, které popisují změny tvaru amplitudy. Podrobný popis jednotlivých typů křivek a jejich interpretace je uvedena v příloze F.

4.4 Postup

Je nezbytné opakovaně a důkladně dezinfikovat místo plánované punkce, aby se minimalizovalo riziko infekce. Následuje správné nasazení sterilních rukavic.

Jednou rukou se vyhmatá arterie, zatímco druhou rukou se provádí punkce pod úhlem přibližně 30°. Jakmile se v kanyle nebo katétru objeví krev, úhel vpichu se sníží na 10°, kvůli jednoduššímu zavedení katétru do arterie.³⁰ Další postup se řídí zvolenou technikou zavedení arteriálního katétru.

Po úspěšném zavedení katétru se připojí odběrový systém a tlakový převodník, který je napojen na fyziologický roztok v tlakové manžetě. Poté je nutné provést nulování tlakového převodníku.^{19,30} Nulování tlakového převodníku zajistí přesné měření arteriálního tlaku. Posledním krokem výkonu je ošetření místa vpichu, jeho překrytí sterilním krytím a zajištění katétru fixací.^{30,34} Fixace může být prováděna invazivními i neinvazivními metodami, včetně použití stabilizačních prostředků pro bezpečné upevnění arteriálního vstupu.

4.5 Ošetrovatelské péče o arteriální vstup

Sestra se specializací v intenzivní péči má v rámci své odborné kompetence hodnotit a ošetřovat arteriální vstupy, včetně zajištění jejich průchodnosti. Sestra se specializací v intenzivní péči je kvalifikována k provádění těchto úkonů samostatně, bez potřeby specifických indikací a bez dohledu.⁷

Při manipulaci s arteriálním katétretem nebo kanylou je nezbytné vždy dodržovat aseptické postupy. Součástí ošetrovatelské péče je provádění odběrů, převazů, výměn linek a proplachových infúzí. Výměna krytí závisí na specifikacích výrobce daného krytí, který by měl poskytnout doporučení ohledně optimální doby, po kterou by krytí mělo využívat.³⁰

Podle standardů Centra pro kontrolu a prevenci nemocí je doporučováno první den po zavedení invazivního vstupu místo krytí sterilním textilním krytím. Druhý den po zavedení je nutné místo zhodnotit a vybrat vhodný typ krytí. Pokud je okolí

invazivního vstupu klidné, nejeví známky krvácení a je bez dalších komplikací, lze zvolit transparentní krytí, které je třeba převazovat nejpozději do 96 hodin. V případě, že je okolí vstupu zarudlé, místo vpichu krvácí nebo se pacient potí, je vhodné zvolit ne-transparentní krytí, u kterého je nutné provést převaz rány do 24 hodin.³⁴

Sledování a hodnocení místa vpichu a okolí končetiny je podstatné, přičemž je třeba věnovat pozornost jakýmkoli změnám, které mohou indikovat komplikace. Sestra musí pravidelně hodnotit subjektivní potíže pacienta, jako je například mravenčení končetiny. Kontrola distální části končetiny od místa zavedení arteriálního katétru nebo kanyly by měla být prováděna minimálně každých 8 až 12 hodin. Při objektivní kontrole je důležité zaměřit se na barvu, teplotu končetiny a kapilární návrat.³⁰

Zdravotnický personál by měl být obezřetný k možným komplikacím spojeným se zavedením arteriální linky, jako jsou infekce, trombóza nebo ischemie, a okamžitě reagovat na jakékoli abnormality, které se mohou v okolí vpichu vyskytnout.^{2,30,31}

Arteriální katétr by měl být zaveden pouze po nezbytně nutnou dobu, přičemž rutinní výměna není doporučována. V klinické praxi se často setkáváme s tím, že arteriální katétr jsou ponechány po dobu 72 hodin. Pokud místo vpichu nevykazuje známky infekce nebo jiné komplikace a zdravotní stav pacienta vyžaduje kontinuální hemodynamické monitorování, je možné ponechat arteriální katétr až po dobu 6 dnů od zavedení invazivního vstupu. Prodloužené zavedení katétru je nutné konzultovat s lékařem.^{3,18,30}

4.6 Odběry arteriální krve

Odběry arteriální krve se provádějí hlavně k vyšetření acidobazické rovnováhy, mohou být odebrány pomocí uzavřeného nebo otevřeného odběrového systému. Frekvence těchto odběrů je určena ošetřujícím lékařem v závislosti na individuálních potřebách zdravotního stavu pacienta.³⁰ V příloze D je znázorněn princip otevřeného odběrového systému, zatímco příloha E obsahuje princip uzavřeného odběrového systému.

4.6.1 Acidobazická rovnováha

Vyšetření vnitřního prostředí a interpretace výsledků patří mezi stěžejní dovednosti lékaře a sester, kteří pečují o kriticky nemocné pacienty.^{9,34} Správné zhodnocení výsledků zahrnuje určité kroky, které nám pomohou určit konečnou diagnózu.

Porucha acidobazické rovnováhy (dále jen ABR) se vyskytuje až u 90 % pacientů v kritickém stavu. Zajištění vstupu do arterie umožňuje opakované odběry arteriální krve, které jsou nezbytné pro stanovení hodnot ABR, a zároveň eliminuje potřebu opakovaných vpichů při získávání arteriální krve.⁴³

4.7 Extrakce arteriální kanyly

Extrakci arteriální kanyly provádí sestra, nebo lékař za asistence sestry. Podle aseptického přístupu a následné dezinfekci se v případě potřeby uvolní fixační stehy nebo stabilizační krytí. Existují dva doporučené způsoby, jak arteriální kanylu nebo katétr vyjmout.³⁰

První metoda spočívá ve vytahování kanyly nebo katétru při kontinuálním odsávání krve pomocí injekční stříkačky. Místo vpichu se poté překryje sterilním savým krytím. Jakmile dojde k zastavení krvácení, je krytí nahrazeno novým sterilním krytím. Kompresi místa provádíme přibližně 10 minut, přičemž u pacientů se změnami v koagulaci je doporučeno tuto kompresi prodloužit. Druhá metoda opět začíná dezinfekcí a uvolněním fixace, provede se lehká komprese prsty nad místem zavedení invazivního vstupu. Následně se arteriální katétr nebo kanyla vytáhne a pulzová vlna vystříkne krev do sterilního krytí, po čemž se na arterii aplikuje komprese. Cílem postupů je odstranit mikrotromby z těla pacienta, které se mohou usadit v arteriolách.^{30,44}

Po výkonu sestra pečlivě sleduje místo vpichu a hodnotí přítomnost krvácení, prokrvení končetiny a sleduje vitální funkce. Extrakci kanyly zaznamená do dokumentace pacienta.

5 Empirická část

Empirická část diplomové práce se soustředí na vyhledání a analýzu dostupných studií a odborných materiálů, které se zaměřují na využití ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu.

5.1 Cíl výzkumu a dílčí otázky

Byl stanoven **jeden hlavní cíl**:

Zmapovat zkušenosti s využitím ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu.

Byla formulována **1 výzkumná otázka**:

Jakou efektivitu má využití UZ při zajištění arteriálního vstupu oproti tradiční palpační metodě?

5.2 Stanovení klinické otázky

Pro účely této diplomové práce byla výzkumná otázka formulována podle modelu PICO, která je znázorněno v následující tabulce 1.

Tabulka 1 Výzkumná otázka dle modelu PICO

P	Pacient	Pacient se zajištěním arterie
I	Intervence	Použití ultrazvuku
C	Komparace	Bez použití ultrazvuku, zajištění arterie pomocí palpační techniky
O	Výstup	Zefektivnění intervence a snížení rizika lokálních komplikací (hematom, krvácení, ischemie)

5.2.1 Inkluzivní a exkluzivní kritéria

Při vyhledávání relevantních dat byly použity filtrační inkluzivní a exkluzivní kritéria. Kritéria jsou uvedena v tabulce 2.

Tabulka 2 Inkluzivní a exkluzivní kritéria

INKLUZIVNÍ KRITÉRIA
Studie publikované v letech 2019-2025
Články dostupné v anglickém a českém jazyce
Full text
Tematická souvislost s problematikou výzkumu
EXKLUZIVNÍ KRITÉRIA
Studie o postupech zajištění arteriálního vstupu vydané před rokem 2019
Studie o postupech zajištění arteriálního vstupu vydané do 31.1.2025
Vyřazení duplicitních článků při vyhledávání v databázích
Studie nesouvisející s tématem výzkumu

5.3 Metodika výzkumu

Pro empirickou část práce byla zvolena metoda literární review. Data byla sbírána od 1.12.2024 - 15.1. 2025. Vyhledávání relevantních zdrojů probíhalo v tuzemských a v zahraničních databázích. Při vyhledávání studií byly využity klíčové výrazy, předem definované filtry v kombinaci s booleovskými operátory, AND“ a „OR“. Poslední znak „NOT“ nebyl při vyhledávání studií využit. Klíčová slova pro začlenění studie do literární rešerše jsou „guidelines“, „arterial access“, „artery puncture“, „intensive care“, „ultrasound guidance“. Z uvedených klíčových slov byl za pomoci booleovskými operátory vytvořen rešeršní dotaz: „guidelines AND arterial access OR artery puncture AND intensive care OR ultrasound guidance“. Vyhledávání bylo zaměřeno na studie publikované v posledních šesti letech, a to v českém nebo anglickém jazyce.

5.4 Výsledky

Podklady byly získány z pěti různých databází: PubMed, Scopus, Web of Science, EBSCO a Nursing Referens Center Plus. Po provedení vyhledávání a následné analýze relevantních studií bylo do diplomové práce zahrnuto celkem 5 studií, jak je znázorněno na obrázku 4.

Celkem bylo vyhledáváním z pěti různých databází identifikováno 43 541 odborných studií a článků. Konkrétně bylo v databázi PubMed nalezeno 18 211 studií a článků, v databázi Scopus 693, ve Web of Science 6291, v databázi Ebsco 18 182 a v Nursing Reference Center Plus 164 studií a článků.

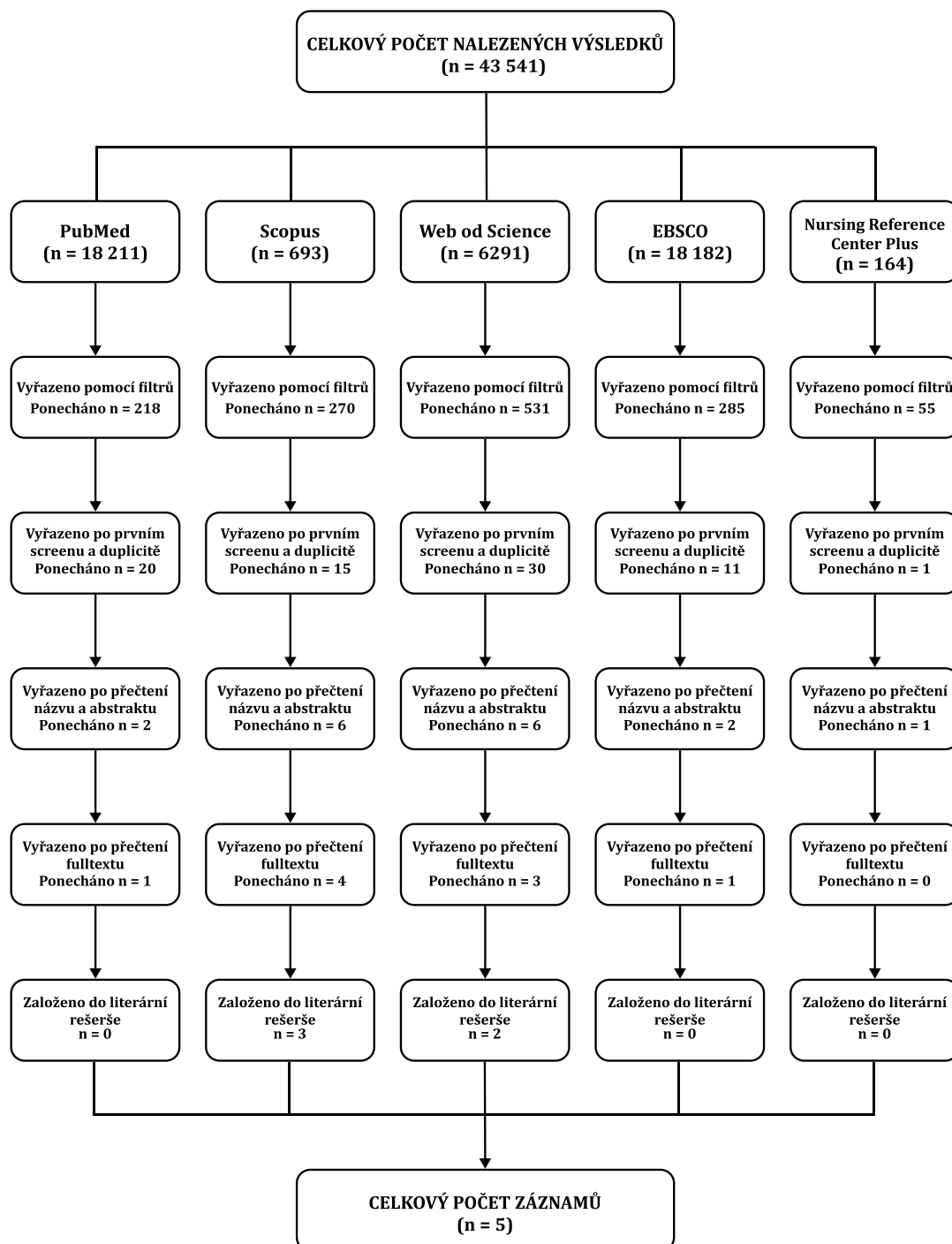
Po aplikaci inkluzivních a exkluzivních filtrů bylo z celkového počtu vyřazeno 42 182 nevhodných položek 96,9 %, které vedlo k ponechání 1359 (3,1 %) relevantních studií. Po provedení prvního screeningu a odstranění duplicitních záznamů bylo z této menší skupiny vyřazeno dalších 1282 studií. Po této fázi zůstalo 77 relevantních studií.

V dalším kroku byla provedena analýza názvů a abstraktů vybraných studií, na základě, které bylo vybráno 16 studií splňující stanovená kritéria. V závěrečné fázi následovalo podrobné posouzení plných textů, které vedlo k zařazení celkem 5 studií do diplomové práce.

Nejvíce studií bylo nalezeno v databázi PubMed, zatímco nejmenší počet poskytl databáze Nursing Reference Center Plus. Po provedení všech fází selekce bylo do finálního souboru zařazeno celkem 5 studií. Největší počet zařazených studií pocházel hlavně z databáze Scopus, konkrétně 3 studie. Dále byly do souboru zahrnuty 2 studie z Web of Science, které splnily stanovená kritéria výběru. Z databází PubMed, EBSCO a Nursing Reference Center Plus však nakonec nebyla zařazena žádná studie.

5.4.1 Vývojový diagram – Doporučené postupy při zajištění arteriálního vstupu

Obrázek 4 Vývojový diagram



5.4.2 Analýza a interpretace dat

Pomocí výsledků primárního vyhledávání zdrojů a následně sekundární analýzy zdrojů byly vybrány studie, které odpovídaly výzkumné otázce. Vybrané studie byly uspořádány do přehledové tabulky, která obsahuje podstatné informace (název studie, jména autorů, rok publikace, země původu, jazyk, typ studie a klíčová slova). Data jsou znázorněná v tabulce 3-4.

Tabulka 3 Souhrn vybraných studií

Název	Autoři	Rok	Země	Jazyk	Typ studie	Klíčová slova	Citace
Klinická užitečnost ultrazvukového navádění při arteriální katetrizaci u pacientů s obezitou: Randomizovaná kontrolovaná studie	Hsiang-Ling Wu, Yu-Ming Wu, Chien-Wun Wang, et al.	2024	Čína	Anglický jazyk	Randomizovaná kontrolovaná studie	Arteriální kanylace, Arteriální punkce, Komplikace, Morbidní obezita, Sonografie	45
Ultrazvukem naváděná punkce radiální arterie sestrami na oddělení urgentního příjmu: Randomizovaná kontrolovaná studie	Birdal Güllüpinar, Caner Saglam, Arif Karagöz, et al.	2024	Turecko	Anglický jazyk	Randomizovaná kontrolovaná studie	Arteriální krevní plyny, Urgentní příjem, Sestra na urgentním příjmu, Intervence, Ultrazvuk u lůžka pacienta, Punkce radiální tepny	46
Arteriální kanylace u kriticky nemocných dospělých pacientů: srovnávací studie mezi ultrazvukovým naváděním a palpační technikou	Shreyas Guttea, Afzal Azima, Banani Poddara, Mohan Gurjara a Anup Kumar	2023	Španělsko	Anglický jazyk	Prospektivní randomizovaná klinická studie	Arteriální katetrizace, Ultrasonografie, Radiální tepna, Femorální tepna, Kritické onemocnění	47

Tabulka 4 Souhrn vybraných studií

Název	Autoři	Rok	Země	Jazyk	Typ studie	Klíčová slova	Citace
Srovnávací hodnocení tří různých technik kanylace radiální arterie: Prospektivní randomizovaná studie	Deepak Singla, Mishu Mangla, Ankit Agarwal a Ranjeeta Kumari	2024	Indie	Anglický jazyk	Prospektivní randomizovaná studie	Komplikace, ultrazvukové přístroje, vybavení, měření, arteriální tlak.	48
Srovnání úspěšnosti různých metod ultrazvukem naváděné kanylace radiální arterie (metoda krátké osy a dlouhé osy) oproti tradiční palpační metodě: Prospektivní randomizovaná studie	Mounica Rajasekar, Senthilkumar Sukumar a Venkatesh Selvaraj	2022	Indie	Anglický jazyk	Prospektivní randomizovaná studie	Krevní tlak, kanylace, křížení, radiální tepna, ultrazvuk	49

5.5 Výsledky sekundární analýza zdrojů

KLINICKÁ UŽITEČNOST ULTRAZVUKOVÉHO NAVÁDĚNÍ PŘI ARTERIÁLNÍ KATETRIZACI U PACIENTŮ S OBEZITOU: RANDOMIZOVANÁ KONTROLOVANÁ STUDIE

Autoři: Hsiang-Ling Wu, Yu-Ming Wu, Chien-Wun Wang et al.

Autoři se zaměřili na srovnání úspěšnosti a výskytu komplikací při katetrizaci radiální tepny pomocí využití ultrazvuku oproti konvenční palpační technice u obézních pacientů, prováděné lékaři se specializací v anesteziologii a srovnatelnou úrovní zkušeností s oběma metodami. Dále byla měřena vzdálenost kůže od tepny (radiální, brachiální a dorzální) pomocí ultrazvuku se standardizovanými anatomickými orientačními body. Do studie byli zařazeni pacienti s obezitou, kteří podstoupili laparoskopickou gastrektomii v období od května 2020 do srpna 2021.

Arteriální katetrizace byly prováděny pouze na radiálních tepnách. Katetrizaci prováděli lékaři prvního ročníku (2) a druhého ročníku (1) anesteziologickém specializačním programu. Všichni lékaři absolvovali praktický výcvik s využitím ultrazvukového navádění a konvenční palpační technice. Každý z nich provedl minimálně 10 předchozích katetrizací pod dohledem zkušených lékařů se specializací v anestezii. Ke zjištění cévní průchodnosti pravé ruky před kanylací byla použita metoda Allenova testu.

Primárním výsledkem bylo posouzení úspěšnosti prvního pokusu o arteriální katetrizaci. Sekundárními výsledky byla doba úspěšné katetrizace, počet pokusů, místa punkce, množství použitých katétrů, přechod z palpační metody na ultrazvukovou techniku, hloubka radiální, brachiální a dorzální tepny. Dále byly zaznamenány komplikace, jako jsou bolest, necitlivost, hematomy a arteriální vazospasmus. Komplikace byly vyšetřeny pomocí barevného Doppleru po úspěšném zavedení katétru, bolest a necitlivost byly hodnoceny anesteziologickou sestrou po výkonu.

Ve výsledku bylo zahrnuto celkem 80 pacientů, kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin: ultrazvukové navádění ($n = 40$) a konvenční palpační technika ($n = 40$).

V obou skupinách nebyly zjištěny žádné významné rozdíly ve výchozích charakteristikách.

Nebyly zjištěny žádné významné rozdíly v době do úspěšné katetrizace, počtu pokusů, počtu punkčních míst ani počtu použitých katétrů. Míra komplikací byla podobná ve skupině s ultrazvukovou navigací (52,5 %) a ve skupině s konvenční palpací (57,5 %), odchylka $p = 0,6531$.

Závěr této randomizované kontrolované studie ukazuje, že využití ultrazvuku nezlepšilo úspěšnost prvního pokusu o katetrizaci ani nezkrátilo dobu zákroku. Také nesnížilo výskyt vaskulárních komplikací ve srovnání s konvenční palpační technikou při arteriální katetrizaci u obézních pacientů. Tyto výsledky naznačují, že využití ultrazvuku nemá v tomto kontextu výraznou výhodu.⁴⁵

ULTRAZVUKEM NAVÁDĚNÁ PUNKCE RADIÁLNÍ ARTERIE SESTRAMI NA ODDĚLENÍ URGENTNÍHO PŘÍJMU: RANDOMIZOVANÁ KONTROLOVANÁ STUDIE

Autoři: Birdal Güllüpinar, Caner Saglam, Arif Karagöz et al.

Cílem studie bylo zhodnotit, zda sestry na urgentním příjmu dosáhnou vyšší úspěšnosti při provádění punkce arterie radialis s využitím ultrazvuku namísto tradiční palpační metody.

Jedná se o prospektivní, randomizovanou kontrolovanou studii, která byla realizována na oddělení urgentního příjmu. Pacienti byli randomizováni do dvou skupin: do skupiny využívající ultrazvuk a do skupiny provádějící punkci pomocí palpační metody. Během studie byly zaznamenávány údaje o jednotlivých zákrocích, jako jsou délka trvání punkce v sekundách, celkový čas zákroku, úspěšnost umístění punkce při prvním pokusu, výskyt komplikací, včetně hematomů, krvácení a infekcí, a případná konverze na alternativní techniku.

Studie byla prováděna od 5. do 7. srpna 2023 a byla rozdělena do dvou etap. V první etapě byl vypracován a implementován školicí program pro sestry pracující na urgentním příjmu, který měl za cíl seznámit je z využití ultrazvuku. Sestry, které se účastnily této studie, neměly žádné předchozí zkušenosti. V rámci školicího programu

bylo šest sester s minimálně pětiletou praxí v oblasti urgentní medicíny proškoleny v základech ultrazvukového navádění cévních intervencí. Školení zahrnovalo teoretickou výuku trvající jednu hodinu, edukativní videa o UZ navigované radiální arteriální punkci v délce 30 minut a následnou praktickou výuku zaměřenou na používání ultrazvukového zařízení a sonografickou anatomii zápěstí.

V druhé etapě studie byly sestry rozděleny do dvou skupin: jedna skupina prováděla punkci s využitím ultrazvuku a druhá skupina využívala tradiční palpační techniku. Před provedením zákroku u každého pacienta byl nejprve proveden Allenův test za účelem ověření cévní průchodnosti.

Výsledky studie ukázaly, že míra úspěšnosti při prvním pokusu byla statisticky významně vyšší ve skupině, která využívala ultrazvukový přístroj (86,1 %), než ve skupině provádějící punkci palpační metodou (58,3 %). Na základě výsledků sestry na urgentním příjmu, které neměly předchozí zkušenosti s ultrazvukem, dosáhly po krátkém školení v oblasti ultrazvukového navádění vyšší úspěšnosti a rychlosti při provádění radiální arteriální punkce. Studie tedy potvrzuje, že použití ultrazvuku je efektivní metodou, která zvyšuje úspěšnost zákroku a zároveň snižuje riziko komplikací.⁴⁶

ARTERIÁLNÍ KANYLACE U KRITICKY NEMOCNÝCH DOSPĚLÝCH PACIENTŮ: SROVNÁVACÍ STUDIE MEZI ULTRAZVUKOVÝM NAVÁDĚNÍM A PALPAČNÍ TECHNIKOU

Autoři: Shreyas Guttea, Afzal Azima, Banani Poddara, Mohan Gurjara a Anup Kumar

Primárním cílem studie bylo porovnat úspěšnost prvního pokusu při kanylaci radiální, femorální a dorzální tepny u dospělých pacientů na jednotce intenzivní péče u použití tradiční palpační techniky (dále jen PT) a ultrazvukového navádění (dále jen UZ). Sekundárními cíli studie byly: stanovení doby potřebné k dosažení kanylace, počet pokusů, výskyt komplikací a srovnání obou technik.

Autoři zpracovali prospektivní randomizovanou kontrolovanou studii, která byla prováděna na multioborové JIP. Vzhledem k tomu, že zavedení arteriální linky je v klinické praxi na JIP běžným zákrokem, byla studie zaměřena na hemodynamicky nestabilní pacienty, kteří vyžadovali invazivní monitorování arteriálního tlaku. V

období od února 2020 do února 2021 byli pacienti náhodně zařazeni do jedné ze dvou skupin PT nebo UZ, pomocí počítačem vygenerovaného náhodného čísla. Kritériem pro zařazení do studie byl věk nad 18 let a nutnost invazivního monitorování arteriálního tlaku. Zákroky prováděli školení lékaři. Pro techniku s využitím ultrazvukového navádění byla použita lineární ultrazvuková sonda.

Do studie bylo zařazeno 201 pacientů, z nichž 99 bylo randomizováno do skupiny PT a 102 do skupiny UZ. Úspěšnost prvního pokusu o kanylaci tepny byla výrazně vyšší ve skupině UZ u 85 pacientů představuje (83,3 %), oproti skupině PT, kde to bylo pouze 55 pacientů (55,6 %).

Komplikace, jako jsou podkožní hematomy, byly v obou skupinách podobné. Ve skupině s využitím UZ 2 pacienti (1,9 %) a ve skupině PT 1 pacient (1,01 %). Počet použitých kanyl byl ve skupině UZ významně nižší. Úspěšnost prvního pokusu u pacientů byla také výrazně vyšší ve skupině UZ.

Kanylace tepen pod ultrazvukovým vedením prokázala vysokou úspěšnost prvního pokusu ve všech třech lokalitách a vykazuje lepší efektivitu ve srovnání s tradiční palpační technikou. Tento přístup je nejen rychlejší, ale také vyžaduje méně pokusů. Významně přispívá ke zlepšení kvality péče o pacienty na jednotkách intenzivní péče.⁴⁷

SROVNÁVACÍ HODNOCENÍ TŘÍ RŮZNÝCH TECHNIK KANYLACE RADIÁLNÍ ARTERIE: PROSPEKTIVNÍ RANDOMIZOVANÁ STUDIE

Autoři: Deepak Singla, Mishu Mangla, Ankit Agarwal a Ranjeeta Kumari

Studie byla navržena s cílem porovnat účinnost tří technik kanylace radiální tepny: katétru přes jehlu, katétru přes vodící drát a kanylace pod ultrazvukovou kontrolou. Autoři se zaměřili na oblasti hodnocení celkové úspěšnosti, úspěšnosti prvního pokusu, doba průběhu kanylace a výskyt komplikací.

Studie byla zaměřena na kanylaci radiální tepny, která je vhodná pro tento typ procedury díky své dostupnosti, rozsáhlému kolaterálnímu oběhu a nižšímu riziku komplikací.

Do studie byli zařazeni dospělí pacienti ve věku 18 až 60 let, kteří podstupovali elektivní operaci vyžadující kontinuální monitorování arteriálního tlaku. Celkově bylo do studie zařazeno 150 pacientů, rozdělených do tří skupin: skupina N (n = 50), skupina W (n = 50) a skupina U (n = 50). Pro potvrzení kolaterálního oběhu byl u všech pacientů proveden modifikovaný Allenův test.

Ve skupině „N“ byla kanylace prováděna pomocí techniky katétru přes jehlu. Ve skupině „W“ byla kanylace provedena s použitím vodicího drátu. Ve skupině „U“ byla kanylace prováděna pod ultrazvukovou kontrolou, kdy byla radiální tepna vizualizována pomocí lineární ultrazvukové sondy.

Primárním cílem studie byla celková úspěšnost kanylace ve všech třech skupinách. Sekundárními cíli byly průměrný počet vpichů potřebných k úspěšné kanylaci, úspěšnost prvního pokusu, čas potřebný k úspěšné kanylaci a výskyt komplikací. Čas kanylace byl měřen od okamžiku, kdy anesteziolog začal palpovat radiální tepnu, nebo v případě skupiny „U“ od přiložení ultrazvukové sondy. Komplikace byly sledovány po dobu tří dnů po zákroku, zahrnovaly krvácení, hematomy, infekce, distální změny barvy nebo ischemické změny kůže, digitální gangrény, pseudoaneuryzma a poranění středového nervu.

Výsledky ukázaly, že celková úspěšnost kanylace byla vyšší ve skupinách „W“ (94 %) a „U“ (92 %) než ve skupině „N“ (86 %). V oblasti úspěšnosti prvního pokusu, byla statisticky nejlepší skupina „U“ (73,9 %) a skupinu „W“ (70,21 %) ve srovnání se skupinou „N“ (55,81 %). Komplikace se vyskytly ve skupině „N“ u 22 % pacientů (8 krvácení, 3 hematomy), ve skupině „W“ u 10 % pacientů (3 krvácení, 2 hematomy) a ve skupině „U“ u 16 % pacientů (6 krvácení, 2 hematomy). Nejnižší výskyt komplikací byl pozorován ve skupině W.

Na základě zjištěných výsledků studie lze konstatovat, že kanylaci radiální tepny provedenou metodou Seldingerovi techniky a technikou pod ultrazvukovou kontrolou jsou účinnější než metoda přímé palpce, zejména pokud jde o úspěšnost prvního pokusu. Tyto techniky vykazují lepší výsledky při první kanylaci.⁴⁸

SROVNÁNÍ ÚSPĚŠNOSTI RŮZNÝCH METOD ULTRAZVUKEM NAVÁDĚNÉ KANYLACE RADIÁLNÍ ARTERIE (METODA KRÁTKÉ OSY A DLOUHÉ OSY) OPROTI TRADIČNÍ PALPAČNÍ METODĚ: PROSPEKTIVNÍ RANDOMIZOVANÁ STUDIE.

Autoři: Mounica Rajasekar, Senthilkumar Sukumar a Venkatesh Selvaraj

Cílem studie bylo zhodnotit a porovnat úspěšnost kanylace radiální tepny mezi palpační metodou a metodami kanylace pod ultrazvukovou kontrolou. Autoři porovnávali úspěšnost prvního pokusu palpační metodou s úspěšností technik kanylace radiální tepny pod ultrazvukovou kontrolou v krátké a dlouhé ose.

Studie byla prospektivní, randomizovaná a paralelní, a zahrnovala 90 pacientů ve věku od 18 do 50 let, kteří podstupovali různé operační výkony vyžadující kanylaci radiální tepny pro invazivní monitorování arteriálního tlaku nebo častou analýzu arteriálních krevních plynů. Pacienti byli randomizováni do tří skupin, přičemž každá skupina zahrnovala 30 pacientů. Po rozdělení pacientů do skupin následovalo přiřazení jednotlivých technik kanylaci. Byly analyzovány parametry jako úspěšnost prvního pokusu, počet potřebných pokusů, doba kanylace, nutnost křížení techniky a výskyt komplikací.

Všechny kanylace radiální tepny prováděl stejný lékař se specializací v anestezii. Kanylace byla prováděna před úvodem do anestezie s lokální anestetikem v místě vpichu.

Skupina A (ultrazvuková technika v dlouhé ose) zahrnovala pacienty, u nichž byl snímač umístěn podél osy radiální tepny na radiální straně distálního předloktí, a tepna byla identifikována podle nedostatečné stlačitelnosti a viditelných pulzací. Skupina B (ultrazvuková technika s krátkou osou mimo rovinu) používala snímač umístěný na radiální straně distálního předloktí v ose příčné k radiální tepně. Skupina C (tradiční palpační metoda) zahrnovala pacienty, u nichž byla radiální tepna kanylována pomocí tradiční palpační metody bez použití vodicího drátu.

Hlavním výsledkem studie byla analýza úspěšnosti prvního pokusu o kanylaci radiální tepny mezi třemi metodami. Výsledky ukázaly, že metoda s krátkou osou pod ultrazvukovou kontrolou měla vyšší úspěšnost prvního pokusu ve srovnání s palpační

metodou, a to statisticky významně. Úspěšnost prvního pokusu byla 86,7 % u metody s krátkou osou, 76,7 % u metody s dlouhou osou a 60 % u palpační metody. Vzhledem k výskytu komplikací, jako jsou hematomy a vazospazmy, nebyl mezi třemi skupinami statisticky významný rozdíl.

Na základě výsledků studie je metoda kanylace radiální tepny pod ultrazvukovou kontrolou v krátké ose spojena s výrazně vyšší úspěšností prvního pokusu než tradiční palpační metoda. Ačkoli metoda dlouhé osy vykázala vyšší úspěšnost než palpační metoda, rozdíl mezi krátkou a dlouhou osou nebyl statisticky významný. Studie tedy podporuje použití ultrazvukové techniky s krátkou osou pro kanylaci radiální tepny. Metoda s využitím UZ s krátkou osou je rychlejší a efektivnější než tradiční palpační metoda.⁴⁹

5.6 Shrnutí jednotlivých výstupů z PICO otázky

Vytvořený přehled poskytuje souhrn klíčových zjištění vycházejících z PICO otázky, která se zaměřuje na efektivitu využití ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu ve srovnání s tradiční palpační metodou. Výstupy pěti studií jsou přehledně uvedeny v tabulce 5-7, která umožňuje snadné porovnání hlavních parametrů, včetně úspěšnosti kanylace, času potřebného k výkonu a výskytu komplikací.

Tabulka 5 Souhrn výstupů z PICO otázky

Název studie a autoři	Vzorek pacientů	Efektivita při zavedení arteriálního vstupu			Lokální komplikace		
		Metoda	Úspěšnost prvního pokusu	Rychlost v sekundách	Hematom	Krvácení	Ischémie
Klinická užitečnost ultrazvukového navádění při arteriální katetrizaci u pacientů s obezitou: Randomizovaná kontrolovaná studie (Hsiang-Ling Wu et al.)	Celkově 80, rozdělení rovnoměrně do 2 skupin.	UZ	65 %	-	25 %	-	-
		PT	70 %	-	12,4 %	-	-
Ultrazvukem naváděná punkce radiální arterie sestrami na oddělení urgentního příjmu: Randomizovaná kontrolovaná studie (Birdal Güllüpinar et al.)	Celkově 72 pacientů, rozdělení rovnoměrně do dvou skupin.	UZ	86,1 %	57,80 s.	72,2 %	-	-
		PT	58,3 %	129,19 s.	100 %	-	-

Tabulka 6 Souhrn výstupů z PICO otázky

Název studie a autoři	Vzorek pacientů	Efektivita při zavedení arteriálního vstupu			Lokální komplikace		
		Metoda	Úspěšnost prvního pokusu	Rychlost v sekundách	Hematom	Krvácení	Ischémie
Arteriální kanylace u kriticky nemocných dospělých pacientů: srovnávací studie mezi ultrazvukovým naváděním a palpační technikou (Shreyas Guttea et al.)	Celkově 201 pacientů. V UZ skupině 102 a v PT 99 pacientů.	UZ	81,3 %	162 s.	1,9 %	-	-
		PT	54,2 %	190 s.	1,01 %	-	-
Srovnávací hodnocení tří různých technik kanylace radiální arterie: Prospektivní randomizovaná studie (Deepak Singla et al.)	Celkově bylo do studie zařazeno 150 pacientů, rozdělených do tří skupin po 50 pacientech.	UZ	73,9 %	84,93 s.	4 %	12 %	-
		SM	70,21 %	84,04 s.	4 %	6 %	-
		PT	55,81 %	88,58 s.	6 %	16 %	-

Tabulka 7 Souhrn výstupů z PICO otázky

Název studie a autoři	Vzorek pacientů	Efektivita při zavedení arteriálního vstupu			Lokální komplikace		
		Metoda	Úspěšnost prvního pokusu	Rychlost v sekundách	Hematom	Krvácení	Ischémie
Srovnání úspěšnosti různých metod ultrazvukem naváděné kanylace radiální arterie (metoda krátké osy a dlouhé osy) oproti tradiční palpační metodě: Prospektivní randomizovaná studie (Mounica Rajasekar et al.)	Studie zahrnovala 90 pacientů, rozdělených do tří skupin po 30 pacientech.	UZ-SA	86,7 %	37,53 s.	3,3 %	-	-
		UZ-LA	76,7 %	45,07 s.	3,3 %	-	-
		PT	56,7 %	52,3 s.	10 %	-	-
Zkratky a vysvětlivky	UZ – ultrazvuk; PT – palpační technika; SM – Seldingerova metoda; UZ-SA – ultrazvuk s využitím short axis (s krátkou osou); UZ-LA – ultrazvuk s využitím long axis (s dlouhou osou)						

6 Diskuze

Využití ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu v intenzivní péči se stále více uplatňuje a přispívá k vyšší úspěšnosti výkonu i bezpečnosti pacientů. Ve srovnání s palpačními metodami. Byly realizovány různé studie, které přináší téměř srovnatelné závěry. Některé studie zdůrazňují přínosy využití ultrazvuku při zavádění arteriálního vstupu, zatímco jiné poukazují na to, že jeho efektivita je při srovnání s palpační technikou obdobná. Birdal Güllüpinar, Caner Saglam, Arif Karagöz et al. ve své studii uvádějí statisticky významné rozdíly v úspěšnosti punkce arteria radialis při použití ultrazukového navádění ve srovnání s palpační technikou. Výsledky studie ukazují, že při použití ultrazvuku byla úspěšnost prvního pokusu 86,1 %, přičemž u palpační techniky činila 58,3 %.⁴⁶ Deepak Singla, Mishu Mangla, Ankit Agarwal a Ranjeeta Kumari ve své studii porovnávali tři techniky kanylace: over-needle, Seldingerovu techniku a použití ultrazvuku. Zjistili, že využití ultrazvuku a Seldingerovy techniky bylo účinnější než metoda over-the-needle. Úspěšnost první kanylace při použití ultrazvuku dosáhla 73,9 %, u Seldingerovy techniky činila 70,2 % a u metody over-the-needle byla zaznamenána 55,81 % úspěšnost. Z hlediska úspěšnosti první kanylace se jako nejúčinnější ukázala metoda s využitím ultrazukové navigace, oproti tomu palpační metoda vykázala nejnižší úspěšnost. Výsledky naznačují, že Seldingerova metoda a ultrazukem asistovaná technika jsou výrazně efektivnější než přístup založený na přímé palpaci.⁴⁸ Na základě provedené analýzy lze potvrdit, že využití ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu je efektivnější než tradiční palpační metoda. Studie ukazují, že ultrazuk zvyšuje úspěšnost první kanylace. Pro silnější potvrzení tohoto tvrzení přidáváme další studie, které zjištění rovněž podporují. White et al. ve svém systematickém přehledu potvrzují teorii podporující využití ultrazvuku při kanylaci tepen. V dospělé populaci bylo pozorováno výrazné zvýšení úspěšnosti při prvním pokusu, přičemž výhody byly identifikovány i v dětské populaci. Autoři uzavírají, že použití ultrazvuku je efektivní a doporučují ho jako osvědčený postup při kanylaci tepen.⁵⁰

Zetlaoui a Benhamou uvádějí tři hlavní důvody, proč by měl být ultrazvuk využíván při kanylaci tepny. Prvním důvodem je možnost vizualizace tepny, která je často tenká a nemusí být vždy lineární. Ultrazvukové zobrazení, včetně dopplerovského vyšetření, umožňuje před samotnou punkcí odhalit případné periferní arteriální onemocnění. Druhým důvodem je zvýšení úspěšnosti prvního pokusu při kanylaci arterie a zkrácení doby potřebné k jejímu zavedení. Třetím důvodem je možnost zmírnění arteriálního spasmu souvisejícího s punkcí. Tohle zmírnění je dosaženo blokováním neuronálně řízené vazoreaktivity radiální arterie. Ultrazvukové zobrazování navíc umožňuje vizualizaci změn v průměru radiální tepny a dopplerovské vyšetření objektivně odhaluje arteriální průtok krve před a po léčbě. Ultrazvuk by rovněž mohl zlepšit spolehlivost modifikovaného Allenova testu před kanylací arteria radialis.⁵¹ Další studie, která podporuje využití ultrazvuku při kanylaci radiální tepny, je práce autorů Shreyase Gutte et al. Výsledky studie ukazují, že úspěšnost prvního pokusu byla při použití ultrazvuku 83,3 %, zatímco u palpační techniky činila 55,6 %. Autoři rovněž zmiňují celkovou dobu samotné kanylace, která byla při použití ultrazvuku významně kratší než při využití palpační techniky. Průměrný čas kanylace pomocí ultrazvuku činil 162 sekund, přičemž u palpační techniky to bylo 190,3 sekundy. Využití ultrazvuku se ukázalo jako efektivní i u pacientů, kterým byly podávány vasopresory. Studie prokázala, že úspěšnost prvního pokusu při použití ultrazvuku dosahovala 81,2 %, zároveň u palpační techniky činila 61,5 %. Nelze opomenout, že tato studie se zaměřila také na využití ultrazvuku u pacientů s nadváhou. Do výzkumu bylo zařazeno 64 pacientů s BMI > 25, přičemž autoři studie potvrdili přínos ultrazvukového navádění jako významný benefit při kanylaci u této skupiny pacientů.⁴⁷ V databázích byly nalezeny studie zaměřené na problematiku využití UZ u pacientů s nadváhou. Je nezbytné zohlednit, že u pacientů s vyšším množstvím tukové tkáně může být kanylace tepen obtížnější. Správná vizualizace cév pomocí ultrazvuku u obézních pacientů přispívá ke zvýšení úspěšnosti. Hsiang-Ling Wu, Yu-Ming Wu, Chien-Wun Wang et al. ve své studii z roku 2024 se zaměřili na výzkum problematiky obezity a arteriální katetrizace. Studie porovnávala palpační techniku s technikou využívající ultrazvukové navádění.

Primárním cílem bylo posoudit úspěšnosti prvního pokusu, ale mezi metodami nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. Autoři proto dospěli k závěru, že rutinní využití ultrazvuku při arteriální katetrizaci není nezbytné. Nicméně studie zároveň prokázala, že zvýšené množství tukové tkáně může snížit úspěšnost prvního pokusu až o 28 %. Autoři zdůrazňují potenciál využití ultrazvuku zejména u pacientů s morbidní obezitou.⁴⁵ Retrospektivní studie Abdo et al. byla zaměřena na využití ultrazvuku při zavádění centrálního hemodialyzačního katétru u rizikových skupin, mezi které byli zařazeni i pacienti s obezitou. Výsledky studie ukázaly, že zavedení centrálního hemodialyzačního katétru pod reálným ultrazvukovým vedením je spojeno s nízkou mírou komplikací a vysokou úspěšností, a to i u vysoce rizikových pacientů. Zkušenost z použití ultrazvuku hraje klíčovou roli, protože snižuje míru komplikací. Studie proto doporučuje reálné ultrazvukové navádění jako standardní postup.⁵² Studie prokazují, že využití ultrazvuku při zajištění invazivních vstupů představuje účinnou metodu, zejména u pacientů s vyšším BMI. Obezita je dlouhodobě spojována s vyšší celkovou úmrtností a zvýšenou predispozicí k infekcím, a to jak v komunitním, tak v nemocničním prostředí. V prostředí intenzivní péče představuje obezita faktor, který může komplikovat zajištění a následnou péči o invazivní vstupy. Studie se zabývala výskytem infekcí krevního řečiště a katéetrové sepse a porovnávala jejich četnost u pacientů s BMI vyšším než 30 a u pacientů s BMI v normálním rozmezí. Výsledky ukázaly, že pacienti s BMI ≥ 40 měli významně vyšší riziko vzniku těchto infekčních komplikací až o 95 %. Studie tedy podporují nutnost zvýšené pozornosti při péči o obézní pacienty na jednotkách intenzivní péče, zejména v souvislosti s prevencí infekčních komplikací spojených s invazivními vstupy.⁵³

Zvýšené riziko infekčních komplikací u obézních pacientů potvrzuje význam pečlivého zajištění a péči o invazivní vstupy. Nicméně komplikace spojené s katetrizací nejsou omezeny pouze na pacienty s vyšším BMI. Bez ohledu na tělesnou hmotnost pacienta mohou při zavádění invazivních vstupů vznikat různé komplikace. Výskyt těchto komplikací je ovlivněn nejen zdravotním stavem pacienta, ale také správnou volbou zaváděcí techniky, lokalizace a dodržováním aseptických postupů. Proto je

nezbytné věnovat zvláštní pozornost prevenci a včasné identifikaci možných rizik, která mohou negativně ovlivnit následnou péči.

Ačkoli jsme nenalezli studii, která by přímo porovnávala výskyt komplikací při zavádění arteriálního katétru pomocí palpační techniky a ultrazvukového navádění v širokém spektru komplikací, je zřejmé, že určité riziko komplikací při této proceduře existuje. Náš výzkum jsme doplnili poznatky ze studie autorů Schults et al., která se zaměřuje na komplikace a rizikové faktory spojené s arteriálním přístupem. Sekundárním cílem této studie bylo posoudit riziko vzniku infekce, okluze, trombózy a nechtěného odstranění arteriálního katétru pacientem. Ze vzorku 664 pacientů došlo u 11 % ke vzniku infekce krevního řečiště, okluze byla zaznamenána u 8 % pacientů a odstranění katétru pacientem se vyskytlo ve 4 % případů. Výsledky studie zároveň naznačují, že využití ultrazvukového navádění může přispět ke snížení počtu neúspěšných pokusů o zavedení arteriálního katétru.⁵⁴

Prevence komplikací při zavádění arteriálního katétru je stěžejní pro bezpečnou a efektivní péči o pacienta. Dodržování správných postupů, pečlivý výběr zaváděcí techniky a adekvátní aseptická opatření mohou významně snížit riziko vzniku infekcí, trombóz, okluzí či dalších nežádoucích stavů spojených s invazivními vstupy.

Francouzská studie autorů Marquet et al., je zaměřena na prevenci katéetrových infekcí při zavádění katétrů a využití ultrazvukové kontroly. Hlavním cílem bylo analyzovat opatření, která zdravotníci dodržují při zavádění katétrů s cílem minimalizace rizika infekcí spojených s tímto výkonem. Studie zahrnovala více typů cévních přístupů, včetně zavádění arteriálních katétrů. Celkem bylo do studie zapojeno 111 lékařů, přičemž přibližně 88 % z nich využívalo ultrazvuk při zavádění cévních přístupů. Při pozorování bylo zjištěno, že 96 % zdravotníků používalo sterilní gel, u 100 % byl aplikován sterilní návlek na ultrazvukovou sondu a sterilní rukavice. Avšak v některých případech byla zaznamenána kontaminace sterilního návleku při kontaktu s pacientovou kůží ještě před její dezinfekcí. Kontaminace představovala potenciální riziko vzniku infekce. Kromě toho byla zaznamenána kontaminace sterilních rukavic při manipulaci s vybavením. Dále bylo zjištěno, že sterilní rukavice nebyly vždy nasazeny

těsně před zavedením katétru, tohle mohlo vést k nežádoucí kontaminaci. Autoři studie doporučují zavedení preventivních opatření a intervencí zaměřených na minimalizaci těchto rizik, aby bylo zajištěno co nejvyšší dodržování aseptických postupů a snížena pravděpodobnost katéetrových infekcí.⁵⁵

Pro minimalizaci rizika infekčních komplikací a zvýšení úspěšnosti zavedení arteriálního katétru je zásadní nejen dodržování přísných aseptických postupů, ale také volba optimální techniky zavedení. Ultrazvukové navádění oproti tradiční palpační metodě přináší řadu výhod, avšak existují různé přístupy, jejichž efektivita se může lišit.

Při použití ultrazvuku existují metody, které lze vzájemně kombinovat s cílem zvýšit efektivitu výkonu. Mezi základní přístupy při orientaci ultrazvukové sondy vůči cévě během zavádění invazivních vstupů patří techniky označované jako krátká osa (z anglického názvu „short axis“) a dlouhá osa (z anglického názvu „long axis“). Efektivitu těchto metod zkoumali Rajasekar et al., kteří ve své studii porovnávali také tradiční palpační metodu s oběma ultrazvukem naváděnými technikami. Hlavním sledovaným parametrem byla úspěšnost prvního pokusu. Výsledky ukázaly, že technika krátké osy dosáhla úspěšnosti 86,7 %, současně technika dlouhé osy vykazovala 76,7 % úspěšnost. Palpační metoda měla výrazně nižší úspěšnost, a to 52,3 %. Studie rovněž analyzovala délku trvání zavedení katétru u jednotlivých technik. Technika krátké osy se ukázala jako rychlejší, s průměrnou dobou zavádění 37,5 sekundy, zatímco technika dlouhé osy trvala v průměru 45,07 sekundy. Na základě analýzy výsledků lze konstatovat, že krátká osa vykazovala nejvyšší úspěšnost a nejkratší dobu zavádění ve srovnání s ostatními metodami zkoumanými ve studii.⁴⁹ Pro ověření tohoto tvrzení jsme hledaly další studie v databázích. Privitera et al., hodnotili úspěšnost periferní kanylace pomocí ultrazvuku při využití technik krátké osy a dlouhé osy. Výsledky ukázaly, že mezi oběma metodami nebyly nalezeny významné rozdíly z hlediska intraprocedurální bolesti ani lokálních komplikací. Nicméně technika krátké osy vykazovala mírně vyšší úspěšnost a nižší počet nutných vpichů ve srovnání s technikou dlouhé osy.⁵⁶ Gottlieb et al. ve své systematické přehledové studii a metaanalýze tato zjištění potvrzují.

Výsledky jejich analýzy ukazují, že technika krátké osy by měla být preferována jako první volba při zavádění invazivních periferních katétrů, jelikož vykazuje vyšší úspěšnost ve srovnání s technikou dlouhé osy.⁵⁷ Využití ultrazvuku při zavádění invazivních vstupů je spojeno s různými technikami, které umožňují vizualizaci jehly v ultrazvukovém obraze a tím usnadňují její přesné zavedení do cévy. Arul et al. ve své prospektivní randomizované studii hodnotili úspěšnost zavedení cévního vstupu technikou „in-plane“ a „out-of-plane“, přičemž primárním cílem bylo porovnání úspěšnosti prvního pokusu mezi těmito přístupy. Výsledky studie ukázaly, že technika in-plane dosahovala úspěšnosti prvního pokusu ve 74,43 % případů, zatímco out-of-plane metoda byla úspěšná v 54,68 % případů. Kromě toho byla u in-plane techniky zaznamenána nižší míra komplikací, konkrétně punkce zadní stěny cévy se vyskytla pouze v 6,25 % případů, zatímco u out-of-plane techniky byla tato komplikace přítomna v 9,37 % případů. Na základě těchto výsledků autoři dospěli k závěru, že technika in-plane zvyšuje pravděpodobnost úspěšné kanylace při prvním pokusu a zároveň snižuje riziko komplikací. Proto by měla být preferována v klinické praxi jako výhodnější přístup pro zavádění invazivních vstupů pod ultrazvukovou kontrolou.⁵⁸

Na základě zmíněných studií se jako nejvhodnější jeví technika in-plane v kombinaci se short-axis přístupem. Nicméně existují také studie, které tuto kombinaci zpochybňují a přiklání se k využití short-axis přístupu v kombinaci s out-of-plane technikou. Tato varianta může zvyšovat účinnost kanylace díky lepší vizualizaci hrotu jehly. Pro definitivní potvrzení tohoto zjištění jsou však zapotřebí další vysoce kvalitní studie.^{59,60}

Nejčastějším místem pro zavedení arteriálního katétru je oblast zápěstí, kde je arteria radialis nejlépe hmatná. Studie Wu et al. Byla zaměřena v rámci randomizovaného výzkumu zaměřila na porovnání dvou lokalizací vhodných pro zavedení arteriálního katétru. Do studie bylo zařazeno celkem 240 pacientů, kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin, jedna podstoupila katetrizaci v oblasti střední části předloktí, přičemž druhá skupina měla katétr zaveden v oblasti zápěstí. Kritériem pro zařazení do studie byl negativní Allenův test. Výsledky ukázaly, že celková úspěšnost katetrizace

radiální tepny byla vyšší u pacientů s katetrizací ve střední části předloktí, kde dosahovala 90,8 %, oproti 80,8 % u katetrizace v oblasti zápěstí. Důležitým doplňujícím faktorem byl výskyt hematomů. V oblasti střední části předloktí dosahoval 9,2 % a v okolí zápěstí byl významně vyšší, a to 28,3 %. Využití ultrazvukového navádění bylo v oblasti středního předloktí výhodnější, zejména díky lepší vizualizaci tepny a okolních struktur. Další výhodou této lokalizace byla lepší fixace katétru a snížení rizika okluze způsobené ohýbáním zápěstí.⁴⁵

Jak ukazuje výše zmíněná studie, výběr vhodné lokality pro zavedení arteriálního katétru, jakož i zvolená technika, mohou výrazně ovlivnit úspěšnost výkonu a minimalizovat riziko komplikací, například hematomů. S ohledem na to, že využití ultrazvuku zlepšuje vizualizaci cévních struktur a zvyšuje bezpečnost zavedení katétru, je kladen čím dál větší důraz na školení zdravotnického personálu v této oblasti. Ať už se jedná o techniku in-plane nebo out-of-plane, správná volba metody a lokality závisí na dovednostech a zkušenostech ošetřujícího personálu. K tomu je nezbytné, aby personál procházel kvalitním a pravidelným školením v oblasti ultrazvukového navádění, které je základem pro efektivní a bezpečnou realizaci invazivních výkonů.

Manuela Leon, Daniel N. Marco, Marta Cubedo a kol. ve své studii sledovali jako hlavní parametr úspěšnost prvního pokusu. Výsledky ukázaly, že při použití ultrazvuku byla úspěšnost 58 %, u palpační techniky činila úspěšnost 50,6 %. Výsledky naznačují, že mezi oběma metodami nebyl statisticky významný rozdíl. Tento výsledek může být ovšem ovlivněn skutečností, že sestry se teprve učily používat ultrazvuk a procházely školením. Autoři tento faktor zmiňují i v limitacích studie, i když obě metody vykázaly podobné výsledky, zdůrazňují, že při adekvátním zaškolení a správném využívání ultrazvuku je možné dosáhnout zlepšení úspěšnosti výkonu.⁶¹

Tvrzení o pozitivním vlivu školení na úspěšnost výkonu a snížení míry komplikací jsme podpořily studií autorů Blick et al., která ověřovala, zda jsou sestry schopny spolehlivě zavádět periferní intravenózní katétr s využitím ultrazvuku. Studie zahrnovala 83 sester, které absolvovaly školící program zaměřený na zavádění katétrů za pomoci ultrazvuku. Po absolvování deseti setkání se úspěšnost prvního pokusu zvýšila z

původních 67 % na 83 %. Tato studie potvrzuje, že i krátké školení s využitím ultrazvuku může výrazně zlepšit úspěšnost výkonu a přispět k vyšší efektivitě v klinické praxi.⁶² V literárním přehledu Stone et al., potvrzují, že školení sester ohledně používání ultrazvuku nejen zvyšuje úspěšnost prvního pokusu zavedení katétru, ale také přispívá k vyšší spokojenosti pacientů.⁶³

V České republice je výkon ultrazvukových vyšetření primárně v kompetenci lékařů a radiologických asistentů. Radiologický asistent je nelékařský zdravotnický pracovník, jeho činnosti jsou legislativně upraveny zákonem č. 96/2004 Sb. a vyhláškou č. 55/2011 Sb.⁶⁴

Všeobecné sestry a další nelékařští zdravotničtí pracovníci nemají v rámci své standardní odborné způsobilosti oprávnění k samostatnému provádění ultrazvukových vyšetření. Pro získání potřebných dovedností v oblasti ultrazvuku mohou nelékařští zdravotničtí pracovníci absolvovat specializované certifikované kurzy. Například Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví nabízí certifikované kurzy akreditované Ministerstvem zdravotnictví ČR. Dále Sonoakademie pořádá praktické kurzy zaměřené na využití ultrazvuku u lůžka pacienta, určené pro zdravotnické pracovníky.^{65,66}

I když sestra nemůže provádět ultrazvuková vyšetření v rámci diagnostiky, v praxi se využití ultrazvuku u sester stále více rozšiřuje v oblasti tzv. Point-of-Care Ultrasound, která slouží k použití ultrazvuk přímo u lůžka pacienta za účelem zlepšení péče. V národních radiologických standardech Ministerstva zdravotnictví ČR není role sester ve využití ultrazvuku specifikována. Nicméně, v intenzivní péči se v některých nemocnicích začíná zavádět praxe, kdy vyškolené sestry využívají ultrazvuk při poskytování péče.⁶⁷

Ultrazvuková metoda se ukazuje jako efektivnější než tradiční palpační metody při zavádění arteriálních kanyl. Poskytuje přesnější lokalizaci cév, která vede k nižší míře komplikací, intraprocudurální bolesti a rychlejšímu provedení výkonu. I přesto, že jeho používání mezi sestrami roste, efektivita závisí nejen na odborné způsobilosti zdravotnického personálu, ale také na školení a organizačních podmínkách

jednotlivých klinických pracovišť. Na základě stanovených výstupů z PICO otázky byly ve všech zařazených studiích sledovány lokální komplikace, přičemž většina z nich se zaměřovala především na výskyt hematomu. Pouze jedna studie sledovala zároveň výskyt hematomu i krvácení. Ischémie byla zmíněna jako možná komplikace a v jedné ze studií byla sledována, avšak nebyla dále podrobně analyzována a nebyla uvedena žádná kvantitativní data, která by vyjadřovala její četnost.

Z porovnání všech studií vyplývá, že výskyt lokálních komplikací, jako jsou hematoma a krvácení, byl sledován jak u technik využívajících ultrazvuk, tak u palpační techniky. Metody využívající ultrazvuk však obecně vykazovaly nižší výskyt hematomu ve srovnání s technikou založenou na palpaci.

6.1 Limitace výzkumu

Mezi hlavní limitace výzkumu patří rozdílné složení výzkumných vzorků a odlišný počet respondentů napříč jednotlivými studiemi. Některé studie zahrnovaly pouze sestry, jiné byly zaměřeny na lékaře. Účastníci těchto výzkumů, a to jak sestry, tak lékaři, se navíc lišili v úrovni zkušeností s používáním ultrazvukové techniky, a tento faktor mohl ovlivnit výsledky. Dále se studie lišily v proměnných a definici úspěšného pokusu. Variabilní jsou i kritéria inkluze a exkluze, která mohou omezit zobecnění výsledků.

7 Doporučení pro praxi

Pro zvýšení využívání ultrazvukové techniky při zajištění arteriálního vstupu v klinické praxi je třeba zvýšit informovanost sester v oblasti využívání ultrazvuku při zavádění arteriální kanyly. V příloze G je uveden poster, který zobrazuje základní intervence spojené s použitím ultrazvuku, podpořené vědeckými poznatky. Problematika využití ultrazvuku nelékařskými zdravotnickými pracovníky vyžaduje rozšíření jejich kompetencí prostřednictvím specializovaných kurzů, praktické výuky a simulačních cvičení. Tato opatření umožní zdravotnickému personálu získat potřebné dovednosti a zkušenosti pro efektivní a bezpečné využívání této technologie v klinické praxi a posílení jejich dalšího profesního rozvoje. Vhodné by bylo stanovit standardy a metodiky pro využívání ultrazvuku jako součásti ošetrovatelské péče, a to ve formě standardních ošetrovatelských postupů. Tímto způsobem by bylo zajištěno jednotné a konzistentní provádění výkonů napříč týmy a odděleními. Tohle opatření by mohlo přispět k zvýšení kvality péče.

Dále zvážit rutinní využívání ultrazvukové technologie, především u pacientů s rizikovými faktory, jako je obezita nebo krvácivé stavy, které mohou komplikovat úspěšné zavedení arteriálního katétru. Tato metoda by mohla přispět k úspěšnějšímu prvnímu pokusu a zkrácení času procedury, čímž by zlepšila efektivitu výkonu a snížila riziko komplikací.

Aby bylo možné neustále zlepšovat kvalitu péče, je také důležité pravidelně hodnotit úspěšnost výkonů a sledovat komplikace, aby bylo možné neustále zlepšovat kvalitu péče. Tento proces pomůže včas odhalit oblasti, kde je třeba něco změnit, a zajistí, že výkony budou prováděny co nejefektivněji a nejbezpečněji pro pacienty. Pravidelné hodnocení úspěšnosti výkonů a sledování komplikací, jako jsou například infekce, hematomy nebo problémy s umístěním katétru, umožní efektivně reagovat na možné problémy a minimalizovat rizika.

8 Závěr

V diplomové práci jsme prokázaly, že využití ultrazvukového zobrazení při zajištění arteriálního vstupu je efektivnější než tradiční palpační metoda. Ultrazvuková metoda umožňuje přesnější lokalizaci cév, která vede k nižší míře komplikací, menší intraprocedurální bolesti, rychlejšímu provedení výkonu a úspěšnějšímu prvnímu pokusu. I když se používání ultrazvuku mezi sestrami postupně zvyšuje, jeho úspěšnost závisí na odborné způsobilosti personálu, kvalitě školení a organizačních podmínkách na jednotlivých pracovištích.

V rámci výzkumu byly identifikovány lokální komplikace, přičemž výskyt hematomu a krvácení byl nižší u technik využívajících ultrazvuk než u palpační metody. Ischémie byla zmíněna jako možná komplikace, ale v zařazených studiích nebyla podrobně analyzována, a proto nelze vyvodit závěr o její frekvenci.

Výsledky potvrzují výhody ultrazvukového zobrazení v klinické praxi při zavádění arteriálního katétru. Rovněž poukazují na nezbytnost adekvátního odborného vzdělávání a systematického praktického zaškolení, stejně jako na potřebu vytvoření podpůrných podmínek personálu pro zajištění efektivního využití této metody v klinické praxi.

Použité zdroje

1. Khan TA, Shah SQA, Riaz MM, Mateen OA, Beg MH, Sharif MH. A Comparison of Palpation Technique versus Ultrasound-Guidance for Arterial Line Placement by Residents in a Teaching Institution. *Pak Armed Forces Med J.* 2022;72(6):2147-2150. doi:10.51253/pafmj.v72i6.9252
2. Byskosh A, Olsen K. Retained arterial catheter following patient self-discontinuation-a case report. *J Surg Case Rep.* 2024;2024(1):rjad727. doi:10.1093/jscr/rjad727
3. Imbriaco G, Monesi A, Spencer TR. Preventing radial arterial catheter failure in critical care - Factoring updated clinical strategies and techniques. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2022;41(4):101096. doi:10.1016/j.accpm.2022.101096
4. Khanna AK. Defending a mean arterial pressure in the intensive care unit: Are we there yet? *Ann Intensive Care.* 2018;8(1):116. doi:10.1186/s13613-018-0463-x
5. Zhong X, Li H, Chen Q, et al. Association between different MAP levels and 30-day mortality in sepsis patients: a propensity-score-matched, retrospective cohort study. *BMC Anesthesiol.* 2023;23(1):116. doi:10.1186/s12871-023-02047-7
6. Jiang Z, Li S, Wang L, et al. A comparison of invasive arterial blood pressure measurement with oscillometric non-invasive blood pressure measurement in patients with sepsis. *J Anesth.* 2024;38(2):222-231. doi:10.1007/s00540-023-03304-2
7. Ministerstvo Zdravotnictví ČR. Vyhláška č. 158/2022 Sb., o Činnostech Zdravotnických Pracovníků a Jiných Odborných Pracovníků. Available from: <https://www.zakonyprolidi.cz/Cs/2019-252>.
8. Nicolescu T, Raj TD. A-Line. In: *Data Interpretation in Anesthesia*. Springer, Cham; 2017:19-23. doi:10.1007/978-3-319-55862-2_4
9. Maláska J, Stašek J, Kratochvíl M, Zvoníček V. *Intenzivní medicína v praxi*. Maxford; 2020.
10. Ošťádal P. *Neinvazivní a Invazivní Monitorace Hemodynamiky Na Jednotce Intenzivní Péče*. Maxdorf; 2020.
11. Tarbiat M, Bahrami S, Saadat M, Khorshidi H, Derakhshanfar A. Ischemia of the fingertips necessitating surgery after radial artery cannulation. *World Family Medicine.* 2018;16(2):370-374. doi:10.5742/MEWFM

12. Novak T, Janik L. An Anesthesiologist's Perspective of Radial Artery Catheterization. 2017. <https://citoday.com/articles/2017-sept-oct/an-anesthesiologists-perspective-of-radial-artery-catheterization>
13. Zadák Z. *Intenzivní Medicína Na Principech Vnitřního Lékařství*. 2., doplněné a přepracované vydání. Grada; 2017.
14. Nuttall G, Burckhardt J, Hadley A, et al. Surgical and Patient Risk Factors for Severe Arterial Line Complications in Adults. *Anesthesiology*. 2016;124(3):590-597. doi:10.1097/ALN.0000000000000967
15. Bodenham Chair A, Babu S, Bennett J, et al. Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland: Safe vascular access 2016. *Anaesthesia*. 2016;71(5):573-585. doi:10.1111/anae.13360
16. Sharma RS, Narayanan B, Arora N, Sharma S. Ultrasound-Guided Popliteal Artery Cannulation: An Alternative for Emergency Arterial Cannulation During Prone Position. *Med J Dr Patil Vidyapeeth*. 2024;17(1):217-219. doi:10.4103/mjdr-dypu.mjdrdypu_509_22
17. Hager HH, Burns B. Artery Cannulation. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2025. Accessed March 18, 2025. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482242/>
18. Bartůňek P, Jurásková D, Heczková J, Nalos D. *Vybrané Kapitoly z Intenzivní Péče*. 1. vydání. Grada; 2016.
19. Saugel B, Kouz K, Meidert AS, Schulte-Uentrop L, Romagnoli S. How to measure blood pressure using an arterial catheter: a systematic 5-step approach. *Crit Care Lond Engl*. 2020;24(1):172. doi:10.1186/s13054-020-02859-w
20. Lakhal K, Robert-Edan V. Invasive monitoring of blood pressure: a radiant future for brachial artery as an alternative to radial artery catheterisation? *J Thorac Dis*. 2017;9(12):4812-4816. doi:10.21037/jtd.2017.10.166
21. Kamal H, Fine EJ, Shakibajahromi B, Mowla A. A history of the path towards imaging of the brain: From skull radiography through cerebral angiography. *Curr J Neurol*. 2020;19(3):131-137. doi:10.18502/cjn.v19i3.5426
22. Cadogan M. Seldinger Technique. Life in the Fast Lane • LITFL. February 8, 2019. Accessed March 18, 2025. <https://litfl.com/seldinger-technique/>
23. Tse A, Schick MA. Central Line Placement(Archived). In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2025. Accessed March 18, 2025. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470286/>

24. Sethi S, Maitra S, Saini V, Samra T, Malhotra SK. Comparison of short-axis out-of-plane versus long-axis in-plane ultrasound-guided radial arterial cannulation in adult patients: a randomized controlled trial. *J Anesth*. 2017;31(1):89-94. doi:10.1007/s00540-016-2270-6
25. Raphael CK, El Hage Chehade NA, Khabsa J, Akl EA, Aouad-Maroun M, Kaddoum R. Ultrasound-guided arterial cannulation in the paediatric population. *Cochrane Database Syst Rev*. 2023;3(3):CD011364. doi:10.1002/14651858.CD011364.pub3
26. Zhang YS, Zhang SL, Guo WM, Liu T, Ma YJ. Clinical Effect of Modified Ultrasound-Guided Subclavian Vein Puncture. *Int J Clin Pract*. 2023;2023:5534451. doi:10.1155/2023/5534451
27. Flumignan RL, Trevisani VF, Lopes RD, Baptista-Silva JC, Flumignan CD, Nakano LC. Ultrasound guidance for arterial (other than femoral) catheterisation in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;10(10):CD013585. doi:10.1002/14651858.CD013585.pub2
28. Schults JA, Young ER, Marsh N, et al. Risk factors for arterial catheter failure and complications during critical care hospitalisation: a secondary analysis of a multi-site, randomised trial. *J Intensive Care*. 2024;12(1):12. doi:10.1186/s40560-024-00719-1
29. Armstrong C, Butson B, Kwa P. Arterial line insertion. *Emerg Med Australas EMA*. 2023;35(1):142-147. doi:10.1111/1742-6723.14148
30. Knechtová Z. *Ošetrovatelské Postupy v Intenzivní Péči: Kardiovaskulární Aparát* /. 1. vydání. Masarykova univerzita; 2017.
31. Tamura T, Kobayashi E, Kawaguchi M, et al. Comparison between the effects of normal saline with and without heparin for the prevention and management of arterial catheter occlusion: a triple-blinded randomized trial. *J Anesth*. 2021;35(4):536-542. doi:10.1007/s00540-021-02949-1
32. Ishii Y, Mishima S, Aida K, Oda J. Comparison of normal saline and heparinized solutions for the maintenance of arterial catheter pressure waves: a randomized pilot study. doi:10.22514/sv.2020.16.0088
33. Deasy A, O'Neill T, Rawluk D, Deasy J. Digital ischemia following radial arterial cannulation. *Clin Case Rep*. 2021;9(6):1-4. doi:10.1002/ccr3.4187
34. Kapounová G. *Ošetrovatelství v Intenzivní Péči*. 2., aktualizované a doplněné vydání. Grada; 2020.

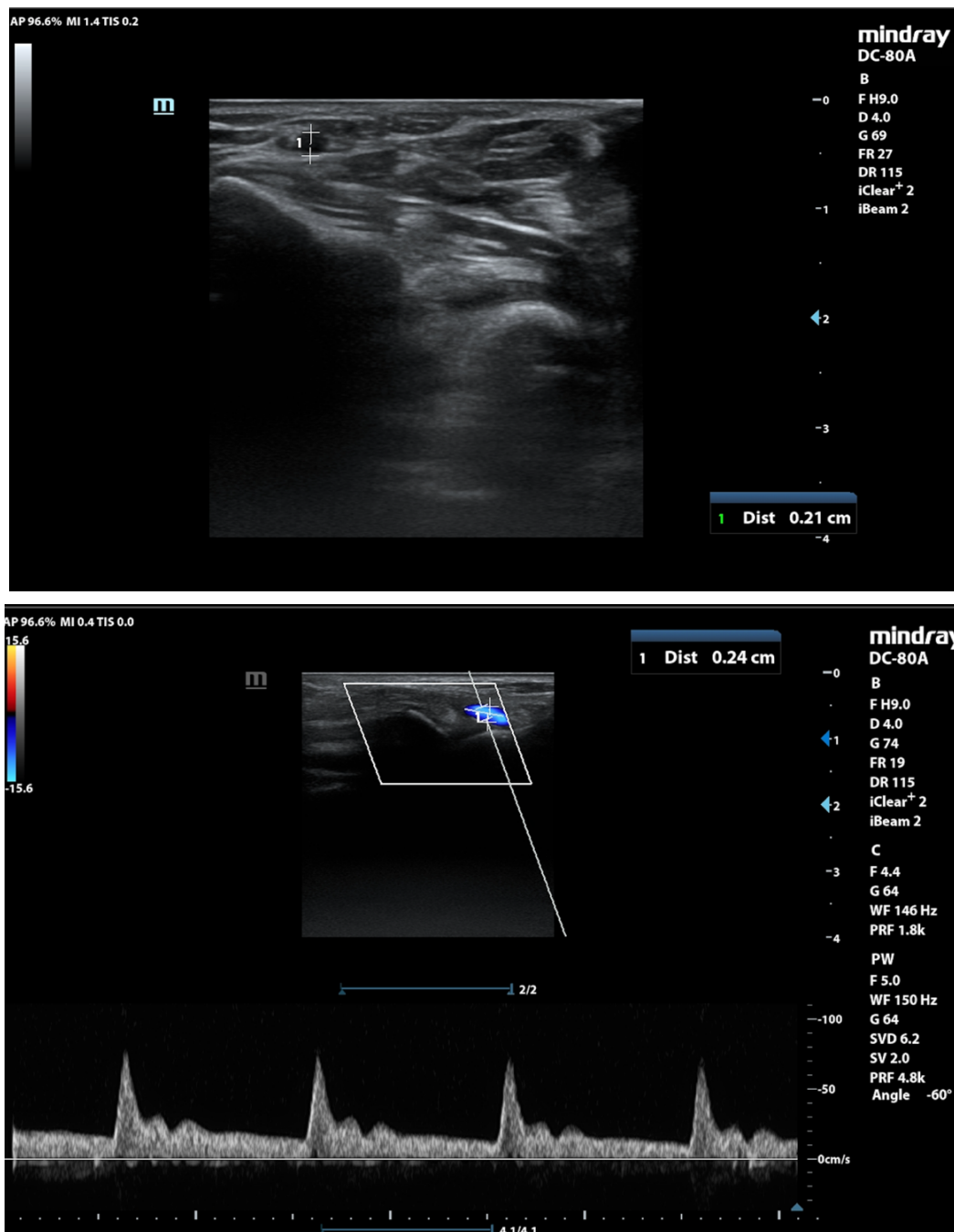
35. Zemanová J. *Základy Anesteziologie*. Vydání: třetí, upravené. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2021.
36. Mundiya J, Woodbine E. Updates on Topical and Local Anesthesia Agents. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am*. 2022;34(1):147-155. doi:10.1016/j.coms.2021.08.003
37. Latsios G, Toutouzas K, Antonopoulos AS, et al. Anesthetic ointment only (lidocaine/prilocaine) instead of injectable local lidocaine in trans-radial catheterization: A viable no-needle alternative. *J Intervent Cardiol*. 2017;30(4):382-386. doi:10.1111/joic.12399
38. Timsit JF, Baleine J, Bernard L, et al. Expert consensus-based clinical practice guidelines management of intravascular catheters in the intensive care unit. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):118. doi:10.1186/s13613-020-00713-4
39. Romeu-Bordas Ó, Ballesteros-Peña S. [Reliability and validity of the modified Allen test: a systematic review and metanalysis]. *Emerg Rev Soc Espanola Med Emerg*. 2017;29(2):126-135.
40. Zalocar LAD, Doroszk G, Goland J. Transradial approach and its variations for neurointerventional procedures: Literature review. *Surg Neurol Int*. 2020;11:248. doi:10.25259/SNI_366_2020
41. Jirous S, Bernat I, Slezak D, Miklik R, Rokyta R. Post-procedural radial artery occlusion and patency detection using duplex ultrasound vs. the reverse Barbeau test. *Eur Heart J Suppl J Eur Soc Cardiol*. 2020;22(Suppl F):F23-F29. doi:10.1093/eurheartj/suaa095
42. Yokose M, Mihara T, Takaya M, et al. The perfusion index measured by the pulse oximeter affects the agreement between ClearSight and the arterial catheter-based blood pressures: A prospective observational study. *PloS One*. 2019;14(7):e0219511. doi:10.1371/journal.pone.0219511
43. Phetrattikun R, Suvirat K, Horsiritham K, Ingviya T, Chaichulee S. Prediction of Acid-Base and Potassium Imbalances in Intensive Care Patients Using Machine Learning Techniques. *Diagn Basel Switz*. 2023;13(6):1171. doi:10.3390/diagnostics13061171
44. Zítková M. *Ošetrovatelství v Hematoonkologii*. 1. vydání. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2016.
45. Wu HL, Wu YM, Wang CW, et al. Clinical Utility of Ultrasonographic Guidance for Arterial Catheterization in Patients with Obesity: A Randomized Controlled Trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2024;38(12):2939-2949. doi:10.1053/j.jvca.2024.08.006

46. Güllüpinar B, Sağlam C, Karagöz A, Koran S, Ünlüer EE. Ultrasound-Guided Radial Artery Puncture by Nurses in Emergency Department: A Randomized Controlled Study. *J Emerg Nurs*. 2024;50(3):373-380. doi:10.1016/j.jen.2024.01.001
47. Gutte S, Azim A, Poddar B, Gurjar M, Kumar A. Arterial cannulation in adult critical care patients: A comparative study between ultrasound guidance and palpation technique. *Med Intensiva*. 2023;47(7):391-401. doi:10.1016/j.medicine.2023.02.001
48. Singla D, Mangla M, Agarwal A, Kumari R. Comparative Evaluation of Three Different Techniques of Radial Artery Cannulation: A Prospective Randomised Study. *Cureus*. 2024;16(1):e52326. doi:10.7759/cureus.52326
49. Rajasekar M, Sukumar S, Selvaraj V. Comparison of Success Rates of Different Methods of Ultrasound-Guided Radial Artery Cannulation (Short-Axis and Long-Axis Methods) Against the Traditional Palpatory Method: A Prospective Randomized Study. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2022;50(1):52-58. doi:10.5152/TJAR.2021.1364
50. White L, Halpin A, Turner M, Wallace L. Ultrasound-guided radial artery cannulation in adult and paediatric populations: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2016;116(5):610-617. doi:10.1093/bja/aew097
51. Zetlaoui PJ, Benhamou D. Radial artery puncture and ultrasound imaging: Three reasons why. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2021;40(2):100844. doi:10.1016/j.accpm.2021.100844
52. Abdo EM, Abouelgreed TA, Elshinawy WE, et al. The outcome of ultrasound-guided insertion of central hemodialysis catheter. *Arch Ital Urol Androl Organo Uff Soc Ital Ecogr Urol E Nefrol*. 2023;95(3):11588. doi:10.4081/aiua.2023.11588
53. Buetti N, Souweine B, Mermel L, et al. Obesity and risk of catheter-related infections in the ICU. A post hoc analysis of four large randomized controlled trials. *Intensive Care Med*. 2021;47(4):435-443. doi:10.1007/s00134-020-06336-4
54. Schults JA, Young ER, Marsh N, et al. Risk factors for arterial catheter failure and complications during critical care hospitalisation: a secondary analysis of a multi-site, randomised trial. *J Intensive Care*. 2024;12(1):12. doi:10.1186/s40560-024-00719-1
55. van der Mee-Marquet N, Valentin AS, Duflo I, et al. Ultrasound guidance practices used for the placement of vascular accesses in intensive care units: an observational multicentre study. *Eur J Med Res*. 2023;28(1):528. doi:10.1186/s40001-023-01518-4

-
56. Privitera D, Mazzone A, Pierotti F, et al. Ultrasound-guided peripheral intravenous catheters insertion in patient with difficult vascular access: Short axis/out-of-plane versus long axis/in-plane, a randomized controlled trial. *J Vasc Access*. 2022;23(4):589-597. doi:10.1177/11297298211006996
57. Gottlieb M, Holladay D, Peksa GD. Comparison of Short- vs Long-axis Technique for Ultrasound-guided Peripheral Line Placement: A Systematic Review and Meta-analysis. *Cureus*. 2018;10(5):e2718. doi:10.7759/cureus.2718
58. Arul AR, Vijayakumara, Rai G. Prospective Randomized Study of Ultrasound-Guided In-Plane Versus Out-of-Plane Radial Artery Cannulation in Adult Cardiac Surgery Patients. *SRI LANKAN J Anaesthesiol*. 2024;32(2):117-124. doi:10.4038/slja.v32i2.9217
59. Mesa BK, Sinha M, Kumar M, et al. Radial Arterial Cannulation by Ultrasound-Guided Dynamic Needle-Tip Positioning Using the Short-Axis Out-of-Plane Approach Versus the Long-Axis In-Plane Approach: A Randomized Controlled Study. *Cureus*. 2024;16(2):e54183. doi:10.7759/cureus.54183
60. Liu C, Mao Z, Kang H, et al. Comparison between the long-axis/in-plane and short-axis/out-of-plane approaches for ultrasound-guided vascular catheterization: an updated meta-analysis and trial sequential analysis. *Ther Clin Risk Manag*. 2018;14:331-340. doi:10.2147/TCRM.S152908
61. León M, Marco DN, Cubedo M, et al. Comparing arterial catheterisation by palpation or ultrasound guidance by novice nurses in an adult intensive care unit: A prospective cohort study. *Aust Crit Care*. 2025;38(2). doi:10.1016/j.aucc.2024.101135
62. Blick C, Vinograd A, Chung J, et al. Procedural competency for ultrasound-guided peripheral intravenous catheter insertion for nurses in a pediatric emergency department. *J Vasc Access*. 2021;22(2):232-237. doi:10.1177/1129729820937131
63. Stone R, Walker RM, Marsh N, Ullman AJ. Educational programs for implementing ultrasound guided peripheral intravenous catheter insertion in emergency departments: A systematic integrative literature review. *Australas Emerg Care*. 2023;26(4):352-359. doi:10.1016/j.auec.2023.06.001
64. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. Rozlišení lékařských a nelékařských zdravotnických povolání: lékař, sestra a další nelékařská povolání. Národní zdravotnický informační portál. Published 2024. Accessed April 29, 2025. <https://www.nzip.cz/clanek/479-lekarska-vs-nelekarska-zdravotnicka-povolani>

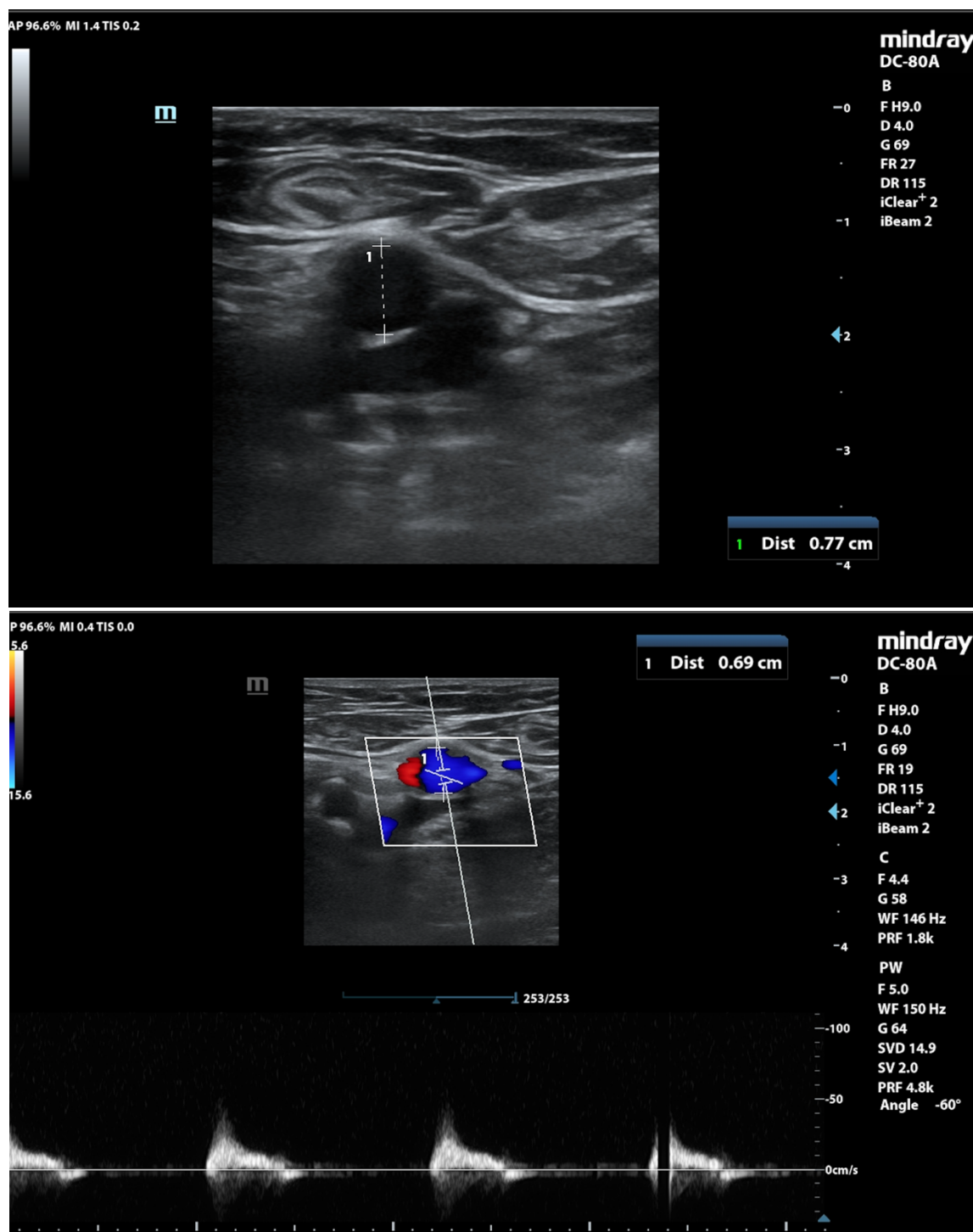
65. Certifikované kurzy akreditované IPVZ | IPVZ. Accessed April 29, 2025. https://www.ipvz.cz/nelekarsti-zdravotnicti-pracovnici/celozivotni-vzdela-vani/certifikovane-kurzy-akreditovane-ipvz?utm_source=chatgpt.com
66. Praktický kurz pro začátečníky – VYUŽITÍ ULTRAZVUKU NEJEN U LŮŽKA PACIENTA: 16. ledna 2025 | Sonoakademie. Accessed April 29, 2025. <https://www.sonoakademie.cz/prakticky-kurz-pro-zacatecniky-vyuziti-ultrazvuku-nejen-u-luzka-pacienta-16-ledna-2025/>
67. Národní radiologické standardy. Ministerstvo zdravotnictví. Accessed April 29, 2025. <https://mzd.gov.cz/category/programy-a-strategie/lekarske-ozareni/narodni-radiologicke-standardy/>

Příloha A Ultrazvukové zobrazení arteria radialis



Zdroj: Vlastní zdroj autora práce, 2025.

Příloha B Ultrazvukové zobrazení arteria femoralis



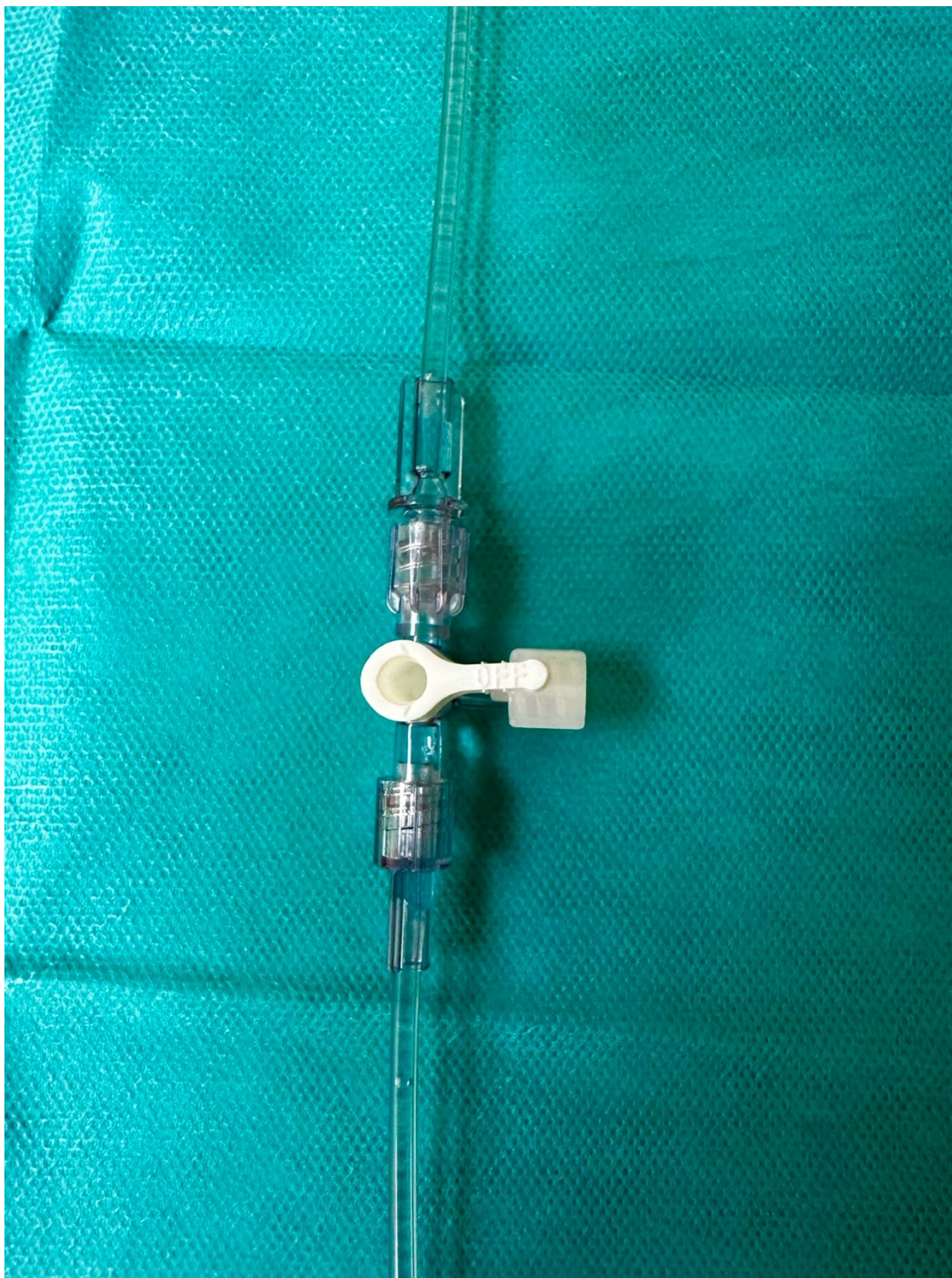
Zdroj: Vlastní zdroj autora práce, 2025.

Příloha C Ischémie distální části končetiny



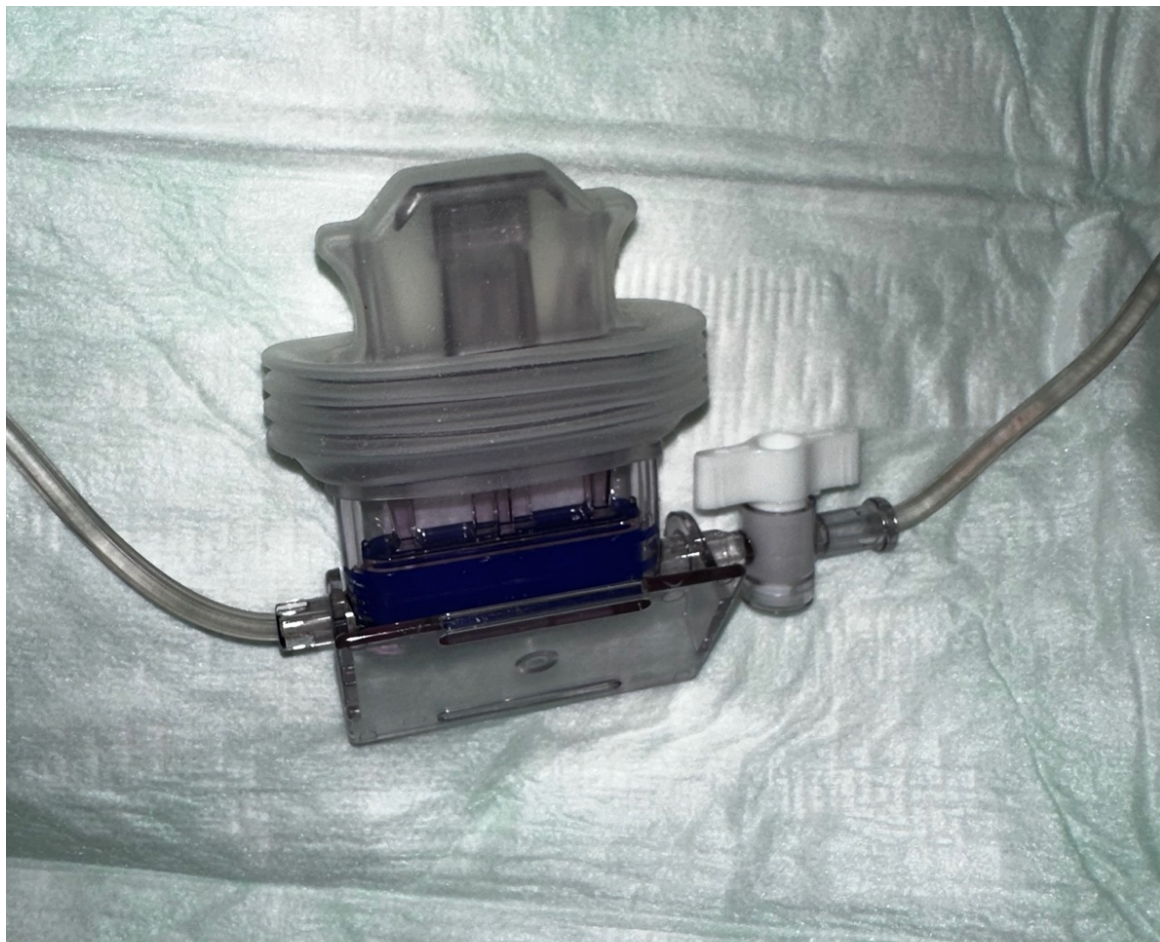
Zdroj: Vlastní zdroj autora práce, 2025.

Příloha D Otevřený odběrový systém



Zdroj: Vlastní zdroj autora práce, 2025.

Příloha E Uzavřený odběrový systém



Zdroj: Vlastní zdroj autora práce, 2025.

Příloha F Barbeauův test

HODNOCENÍ TYPŮ KŘIVEK BARBEAUÚV TEST:

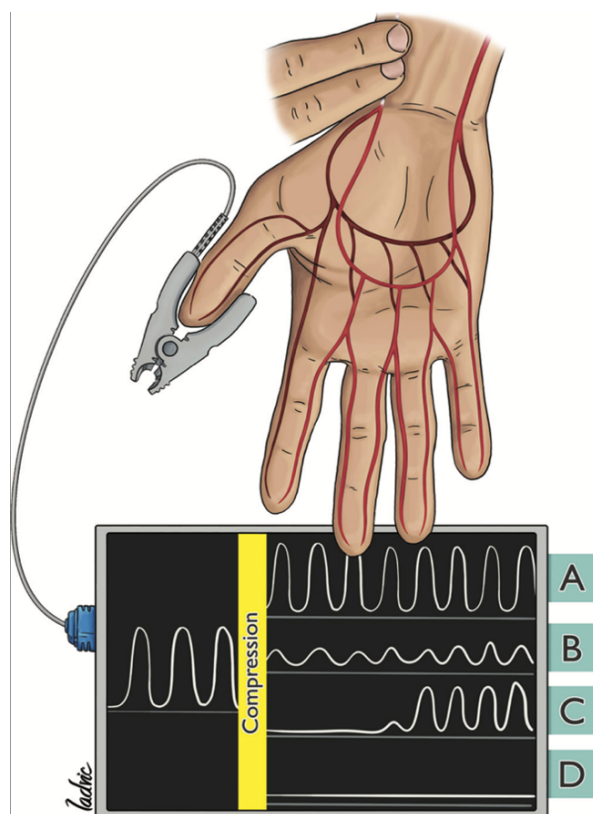
Typ A: Bez jakýchkoli změn tvaru nebo amplitudy křivky.

Typ B: Malé změny tvaru a pokles amplitudy křivky.

Typ C: Ztráta vlny s následným obnovením amplitudy křivky po 2 minutách

Typ D: Trvalou ztrátu vlny, která naznačuje omezenou průchodnost.

Obnovení pulzu by mělo nastat do 120 sekund od uvolnění tepny. První tři typy hodnotí průchodnost vřetenní tepny. Čtvrtý typ popisuje nedostatečné prokrvení kolaterálního průtoku arcus palmaris. U pacientů s čtvrtým typem by neměl být arteriální katétr nebo kanyla zavedena v oblasti arteria radialis, ale měly by být zvažovány alternativní místa zavedení.



Jirous S, Bernat I, Slezak D, Miklik R, Rokyta R. Post-procedural radial artery occlusion and patency detection using duplex ultrasound vs. the reverse Barbeau test. *Eur Heart J Suppl.* 2020;22:F23-F29.

doi:10.1093/eurheartj/suaa095

Zalocar L, Doroszuk G, Golland J. Transradial approach and its variations for neurointerventional procedures: Literature review. *Surg Neurol Int.* 2020;11:248. doi:10.25259/SNI_366_2020

Příloha G Poster

MUNI
MED

Využití ultrazvuku při
zajištění arteriálního vstupu

Ústav zdravotnických věd

Bc. Natálie Machalová
Mgr. Edita Pešáková, DiS.

Úvod

Zajištění arteriálního vstupu je běžný výkon v intenzivní a perioperační péči. Slouží k invazivnímu měření krevního tlaku a odběru krve na analýzu krevních plynů. Zavedení arteriálního katétru může být v některých situacích obtížné. Použití ultrazvuku umožňuje přímé zobrazení tepny a zvyšuje úspěšnost výkonu.

Metodika výzkumu:

- Literární review

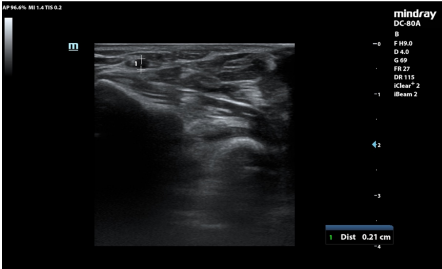
Byl stanoven jeden hlavní cíl:
Zmapovat zkušenosti s využitím ultrazvuku při zajištění arteriálního vstupu.

Byla formulována 1 výzkumná otázka:
Jakou efektivitu má využití UZ při zajištění arteriálního vstupu oproti tradiční palpační metodě?

Formulace PICO otázky:

P	Pacient	Pacient se zajištěním arterie
I	Intervence	Použití ultrazvuku
C	Komparace	Bez použití ultrazvuku, zajištění arterie pomocí palpační techniky
O	Výstup	Zefektivnění intervence a snížení rizika lokálních komplikací (hematom, krvácení, ischémie)

Zobrazená arteria radialis pod UZ



Závěr:

Ultrazukové zobrazení při zajištění arteriálního vstupu je účinnější než tradiční palpační metoda. Přináší vyšší přesnost, nižší míru komplikací, rychlejší provedení zákroku a úspěšnost prvního pokusu. Efektivní využití ultrazvuku v klinické praxi vyžaduje kvalitně proškolený personál a vytvoření vhodných organizačních podmínek. Pro maximalizaci přínosu využití ultrazvuku je důležitá podpora vzdělávání a zakotvení využití UZ ve standardech ošetrovatelské péče.

Zdroje:
Wu HL, Wu YM, Wang CW, et al. Clinical Utility of Ultrasonographic Guidance for Arterial Catheterization in Patients with Obesity: A Randomized Controlled Trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2024;38(12):2939-2949. doi:10.1053/j.jvca.2024.08.006
Güllüpar B, Sağlam C, Karagöz A, Koran S, Önlüer EE. Ultrasound-Guided Radial Artery Puncture by Nurses in Emergency Department: A Randomized Controlled Study. *J Emerg Nurs*. 2024;50(3):373-380. doi:10.1016/j.jen.2024.01.001
Gutte S, Azim A, Poddar B, Gurjar M, Kumar A. Arterial cannulation in adult critical care patients: A comparative study between ultrasound guidance and palpation technique. *Med Intensiva*. 2023;47(7):391-401. doi:10.1016/j.medine.2023.02.001
Singla D, Mangla M, Agarwal A, Kumari R. Comparative Evaluation of Three Different Techniques of Radial Artery Cannulation: A Prospective Randomised Study. *Cureus*. 2024;16(1):e52326. doi:10.7759/cureus.52326
Rajasekar M, Sukumar S, Selvaraj V. Comparison of Success Rates of Different Methods of Ultrasound-Guided Radial Artery Cannulation (Short-Axis and Long-Axis Methods) Against the Traditional Palpatory Method: A Prospective Randomized Study. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2022;50(1):52-58. doi:10.5152/TJAR.2021.1364

Zdroj: Obrázek arteria radialis pod UZ
Vlastní zdroj autora práce, 2025.

Souhrn výstupů z PICO otázky

NÁZEV STUDIE	EFEKTIVITA PŘI ZAVEDENÍ ARTERIÁLNÍHO VSTUPU			LOKÁLNÍ KOMPLIKACE		
	Metoda	Úspěšnost prvního pokusu	Rychlost v sekundách	Hematom	Krvácení	Ischémie
Klinická užitečnost ultrazukového navádění při arteriální katetrizaci u pacientů s obezitou: Randomizovaná kontrolovaná studie (Hsiang-Ling Wu et al.)	UZ	65 %	-	25 %	-	-
	PT	70 %	-	12,4 %	-	-
Ultrazukem naváděná punkce radiální arterie sestrami na oddělení urgentního příjmu: Randomizovaná kontrolovaná studie (Birdal Güllüpar et al.)	UZ	86,1 %	57,80 s.	72,2 %	-	-
	PT	58,3 %	129,19 s.	100 %	-	-
Arteriální kanylace u kriticky nemocných dospělých pacientů: srovnávací studie mezi ultrazukovým naváděním a palpační technikou (Shreyas Guttea et al.)	UZ	81,3 %	162 s.	1,9 %	-	-
	PT	54,2 %	190 s.	1,01 %	-	-
Srovnávací hodnocení tří různých technik kanylace radiální arterie: Prospektivní randomizovaná studie (Deepak Singla et al.)	UZ	73,9 %	84,93 s.	4 %	12 %	-
	SM	70,21 %	84,04 s.	4 %	6 %	-
Srovnání úspěšnosti různých metod ultrazukem naváděné kanylace radiální arterie (metoda krátké osy a dlouhé osy) oproti tradiční palpační metodě: Prospektivní randomizovaná studie (Mounica Rajasekar et al.)	PT	55,81 %	88,58 s.	6 %	16 %	-
	UZ-SA	86,7 %	37,53 s.	3,3 %	-	-
	UZ-LA	76,7 %	45,07 s.	3,3 %	-	-
	PT	56,7 %	52,3 s.	10 %	-	-

ZKRATKY: UZ – ultrazvuk; PT – palpační technika; SM – Seldingerova metoda; UZ-SA – ultrazvuk s využitím short axis (s krátkou osou); UZ-LA – ultrazvuk s využitím long axis (s dlouhou osou)

Rejstřík

Nebyly nalezeny položky rejstříku.