



gické operaci. Tento typ ECMO je možné použít i jako přechodnou podporu u kombinovaného nebo septického šoku.<sup>3</sup> Výhodou ECMO je, že ji můžeme zahájit urgentně u lůžka pacienta i během srdeční zástavy. V kritickém stavu lze pacienta transportovat, poskytnout mu čas k překlenuí uzdravení a zahájení i jiných podpůrných metod.<sup>1,4</sup>

V průběhu mimotělního oběhu však může nastat mnoho komplikací nejen klinických, ale i organizačních a technických. Mezi nejčastější komplikace patří krvácení v souvislosti s antikoagulační léčbou,<sup>1</sup> zejména z důvodu aplikace heparinu, který je vháněn do okruhu, aby zabránil vzniku sraženin.<sup>5</sup> Dle Šimka a spol.<sup>4</sup> je také nejčastější komplikací krvácení (40–70 %). K nejzávažnějším řadí intracerebrální krvácení (5–10 %) a krvácení do gastrointestinálního traktu. Riziko ischemie dolní končetiny (DK) při zavedené arteriální kanyli je 10–20 %. Obávaným rizikem je i embolizace do centrální nervové soustavy, končetin nebo tvorba trombů v okruhu ECMO.

Cílem literárního přehledu je posoudit časné a pozdní komplikace extrakorporální membránové oxygenace, jejich ovlivňující faktory a mortalitu pacientů na ECMO.

## Metodika

Kritériem výběru pro obsahovou analýzu byly studie zabývající se extrakorporální membránovou oxygenací u dospělých pacientů. Rešeršní analýza byla provedena v databázi Scopus, EBSCO, PubMed a Google Scholar. Usměrnění vyhledaných studií bylo provedeno zúžením v anglickém nebo českém jazyce, v letech 2009–2020, s podmínkou vyhledání plného textu. Vylučujícím kritériem byly studie u pediatrických pacientů. V případě výskytu studie zkoumající dospělou i pediatrickou skupinu pacientů byly ze studie extrahována pouze data týkající se dospělých pacientů na ECMO.

## Výsledky

Po klasifikaci relevance k tématu bylo pro obsahovou analýzu zvoleno 14 retrospektivních studií. Souhrn pacientů v analyzovaných studiích čítal celkem 7 165 pacientů na ECMO. Z toho bylo 6 193 (86,43 %) pacientů na VA ECMO a 326 (4,55 %) na VV ECMO. Komplikace extrakorporální membránové oxygenace byly po analýze textu kategorizovány dle absolutní četnosti na komplikace krvácivé, renální, neurologické, infekční, vaskulární a mechanické.

### Komplikace ECMO

Z výsledků analyzovaných studií je patrné, že nejčastější komplikací bylo krvácení ( $n = 1\,435/33,65\%$ ), dále komplikace renální ( $n = 948/22,23\%$ ), neurologické ( $n = 915/21,45\%$ ), infekční ( $n = 504/11,82\%$ ), vaskulární ( $n = 269/6,31\%$ ) a mechanické ( $n = 194/4,55\%$ ) (tabulka 1).<sup>6–19</sup>

Z celkového počtu identifikovaných krvácivých komplikací ( $n = 1\,435/33,65\%$ ) uváděli autoři četnost torakotomií z důvodu hrudního krvácení nebo srdeční tamponády ( $n = 642/44,74\%$ ). Torakotomií je nutné považovat za chirurgický (intervenční) výkon provedený v důsledku krvácivých komplikací. Krvácení v místě ECMO kanyly (femorální hemoragie) byla popsána ve 158 případech.

Gastrointestinální komplikace byly identifikovány ve 183 (12,75 %) případech, z čehož 86 (5,99 %) vyžadovalo explorativní laparotomii nebo gastrokopii. Intrakraniální krvácení bylo prezentováno v 70 (4,88 %) případech.

Další nejčastější komplikace byly na úrovni renálního systému. Celkem bylo nalezeno 948 (22,23 %) případů s renální komplikací. Převažovalo akutní selhání ledvin vyžadující kontinuální renální substituční terapii ( $n = 532/56,12\%$ ).

Neurologické komplikace byly uváděny v celkovém počtu 915 (21,45 %) případů. Z čehož nejčastěji byla uváděna smrt mozku ( $n = 362/39,56\%$ ) a ischemická cévní mozková příhoda ( $n = 260/28,42\%$ ). Hemoragické mozkové krvácení bylo uvedeno v 116 (12,68 %) případech a nespecifikované záchvaty v 83 (9,07 %) případech. Infekční komplikace byly nalezeny v 504 (11,82 %) případech. Nejčastější infekční komplikací byla sepsa ( $n = 380/75,40\%$ ), v některých případech progredující v septický šok s následným multiorgánovým selháním. Infekce místa vpichu u pacientů na ECMO byla popsána u 66 (13,10 %) případů. U 16 (3,17 %) pacientů se vyskytla nozokomiální infekce.

Vaskulární komplikace byly identifikovány v 269 (6,31 %) případech. Dominovala ischemie končetin ( $n = 113/42,01\%$ ). Závažné vaskulární komplikace byly dále prezentovány s výskytem různých forem postižení (kompartment syndrom vyžadující fasciotomii, amputace končetiny a další). Mechanické a technické komplikace byly nalezeny ve 194 (4,55 %) případech. Nejčastěji byla popisována výměna oxygenátoru ( $n = 76/39,18\%$ ), následně porucha koagulace související se zařízením ( $n = 32/16,49\%$ ), trombóza kanyly ( $n = 21/10,82\%$ ), trombóza oxygenátoru ( $n = 16/8,25\%$ ) a další (tabulka 1).

## Diskuse

Pacienti, kteří jsou napojeni na ECMO, jsou v důsledku působení rizikových faktorů ohroženi vznikem časných a pozdních komplikací, které významně ovlivňují následnou morbiditu a mortalitu pacientů. Délka terapie ECMO pak následně ovlivňuje průběh hospitalizace a vyčízenost intenzivní a resuscitační péče.

Jednou z nejčastějších komplikací u ECMO je hemoragie. To dokazují i výsledky analyzovaných studií.<sup>6,7,11–13,15,17,19</sup> Při krvácivých komplikacích uváděli autoři četnost provedených torakotomií pro hrudní krvácení nebo srdeční tamponádu.<sup>13,14,17,19</sup> Výskyt srdeční tamponády a hemothoraxu potvrzují i autoři Aubron a spol.<sup>6</sup> a Nakasato a spol.<sup>11</sup> Významný podíl na krvácivých příhodách mají i gastrointestinální komplikace,<sup>11,14,19</sup> které v některých případech vyžadují explorativní laparotomii nebo gastrokopii.<sup>14,17</sup>

U pacientů po chirurgickém zákroku se riziko krvácení významně zvyšuje, zejména jedná-li se o operační ránu.<sup>11</sup> Podle Bartůňka a spol.<sup>2</sup> dochází nejčastěji ke krvácení v okolí vstupu kanyly, jejich okolí nebo také z operačních ran. I v analyzovaných studiích bylo krvácení ze vstupů v okolí kanyly ECMO a hematom významnou komplikací.<sup>6,13,15,19</sup> Ve studii autorů Aubron a spol.<sup>6</sup> se hemoragické komplikace podle definice ELSO vyskytly u více než poloviny kriticky nemocných pacientů podstupujících ECMO.



[illegible]

Pokračování na další straně

Tabulka 1 – Přehled výskytu komplikací ECMO v analyzovaných studiích (Pokračování)

Celkem n/%		158/11,01 %	38/2,65	36/2,51 %	70/4,88 %	63/4,39 %	10/0,70 %	54/3,76 %	167/11,64 %	642/44,74 %	3/0,21 %	9/0,63 %	2/0,14 %	86/5,99 %	97/6,76 %	Σ 1435/33,65 %
Wang et al., 2019, Čína <sup>19</sup> Retrospektivní kohortová studie		19								25			2			
Kim et al., 2018, Korea <sup>18</sup> Retrospektivní studie																
Papadopoulos et al., 2018, Německo <sup>17</sup> Retrospektivní studie										148				58		
Silveti et al., 2019, Italy <sup>16</sup> Retrospektivní studie																
Lee et al., 2017, Korea <sup>15</sup> Retrospektivní studie		19														
Rastan et al., 2010, Germany <sup>14</sup> Prospektivní studie										300				28	97	
Yang et al., 2018, Peking <sup>13</sup> Retrospektivní studie		37				63			167	169	3	9				
Tanaka et al., 2016, USA <sup>12</sup> Retrospektivní studie							10									
Nakasato et al., 2019, Brazílie <sup>11</sup> Retrospektivní kohortová studie								54								
Lubnow et al., 2014, Regensburg <sup>10</sup> Retrospektivní analýza																
Lorusso et al., 2017, USA <sup>9</sup> Retrospektivní studie																
Lamb et al., 2015, USA <sup>8</sup> Retrospektivní studie																
Fletcher-Sandersjö et al., 2017, Švédsko <sup>7</sup> Retrospektivní studie					65											
Aubron et al., 2016, Austrálie <sup>6</sup> Retrospektivní studie		83	38	36	5											
<b>Krvácivé komplikace</b>																
Krvácení v místě kanyly ECMO (femorální hemoragie)																
Hemotorax nebo srdeční tamponáda																
Krvácení ušní, nosní, krční																
Intrakraniální krvácení																
Těžké krvácení																
Krvácení nebo hematoma vyžadující chirurgické vyšetření																
Nespecifikované: významné krvácení, srdeční tamponáda, krvácení v oblasti kanyly, krvácení v místě operační rány, hematurie, gastrointestinální krvácení, krvácení z orotracheální kanyly, epistaxe																
Tracheostomie (nespecifikované krvácení)																
Torakotomie – chirurgická revize (hrudní krvácení/srdeční tamponáda)																
Retroperitoneální krvácení																
DIC																
Gastrointestinální krvácení																
Gastrointestinální komplikace s nutností explorativní laparotomie nebo gastroscopie																
Gastrointestinální komplikace																

Pokračování na další straně

	Mechanické a technické	16					36			14	10	76/39,18 %
	Výměna membrány (výměna oxygenátoru)											8/4,12 %
	Mechanická porucha (krevní pumpy, membrány oxygenátoru, kanyly)			8								13/6,70 %
	Akutní trombóza hlavy pumpy											16/8,25 %
	Akutní trombóza oxygenátoru					16						10/5,15 %
	Progresivní tvorba sraženin a zhoršení přenosu plynu membránou oxygenátoru					10						32/16,49 %
	Porucha koagulace související se zařízením					32						18/9,28 %
	Nespecifikované: sraženina nebo fibrin v systému ECMO, výměna membrány okysličovačla (výměny oxygenátoru), výměna obvodu ECMO nebo kanyly		18								21	Σ 194/4,55 %
	Trombóza kanyly											Σ 4 265/ 59,53 %
Celkem n/%		193	90	31	682	83	209	37	904	885	241	

Mezi nejčastější komplikace, které byly ve studii zahrnuty, jsou krvácení z kanyly ECMO, krvácení v místě po kardiochirurgickém zákroku a ORL krvácení. Střední doba do prvního krvácení od zahájení ECMO byla čtyři dny. Nakasato a spol.<sup>11</sup> také uvádějí krvácení v místě orotracheální kanyly či drénu. Po připojení k mimotělnímu okruhu může dojít k hemostatickým změnám, které mohou způsobit hemolýzu. Při kontinuální antikoagulaci může nastat krvácení do plic způsobené nadměrným odsáváním z dýchacích cest. V tomto případě je nutné provádět velmi šetrnou toaletu dýchacích cest. Je také nutné myslet na skryté koagulační poruchy. Ty se objevují až u 80 % pacientů na ECMO. Charakteristické je difúzní krvácení, které ustane po ukončení oběhové podpory.<sup>20</sup> Přítomnost intrakraniálního krvácení v průběhu ECMO dokládají autoři Aubron a spol.<sup>6</sup> a Fletcher-Sandersjö a spol.<sup>7</sup> Pokud dojde k intrakraniálnímu krvácení, příčina může být v kontinuální heparinizaci, systolické hypertenzi, koagulopatii nebo trombocytopenii.<sup>2</sup> Fletcher-Sandersjö a spol.<sup>7</sup> dále uvádějí různou kombinaci intrakraniálního krvácení. Z celkového počtu 351 pacientů hospitalizovaných pro ECMO došlo během léčby u 19 % pacientů (n = 65) k rozvoji intrakraniálního krvácení, a to 74 % intraparenchymální krvácení (n = 48), 54 % subarachnoidální krvácení (n = 35), 38 % intraventrikulární krvácení (n = 25) a 9 % subdurální krvácení (n = 6). Zároveň autoři vyjadřují zničující dopady intrakraniálního krvácení na zdraví pacientů při ECMO s vysokou mírou úmrtnosti.

Krvácivé komplikace u pacientů na ECMO v některých případech podmiňuje antikoagulační léčba. Ta je však nezbytnou součástí komplexního procesu ECMO. Proto je velmi důležité udržet vyrovnaný vztah mezi tvorbou sraženin a zvýšenou krvácivostí.

Renální komplikace jsou druhou nejčastější příčinou komplikovaného průběhu ECMO.<sup>11,13,14,15,17,19</sup> Přičemž nejčastější je akutní selhání ledvin vyžadující kontinuální renální substituční terapii. I Botsch a spol.<sup>21</sup> zmiňuje vysokou četnost akutního poškození ledvin u pacientů na mimotělní podpoře, které je zároveň spojeno až s čtyřnásobným rizikem úmrtnosti. Vysoké přetížení tekutinami je jedním z hlavních důvodů zahájení dialyzační léčby. Na začátku léčby ECMO dochází často k obnově produkce moči. Důvodem je snížení nitrohrudního tlaku vlivem snížení dechového režimu na umělé plicní ventilaci. V tomto případě může dojít u pacienta k rozvoji akutní tubulární nekrózy, která vyžaduje dialyzační léčbu.<sup>2</sup> Pravidelným hodnocením příjmu a výdeje moči za 24 hodin je možné včas identifikovat přetížení organismu tekutinami.<sup>21</sup>

Na úrovni neurologických komplikací byla nejčastěji zastoupena ischemická cévní mozková příhoda.<sup>6,7,9,14,17,19</sup> K cévní mozkové příhodě může dojít na podkladě intrakraniálního krvácení, trombu nebo vzduchové embolie. Hemoragická cévní mozková příhoda je v našem literárním přehledu zastoupena v menším rozsahu oproti ischemické CMP, přesto však tvoří značnou část komplikací. Autoři Lorusso a spol.<sup>9</sup>, Nakasato a spol.<sup>11</sup> a Yang a spol.<sup>13</sup> uvádějí ve svých studiích i křečové stavy. Křečové stavy mohou být dle Bartůňka a spol.<sup>2</sup> vyvolány nerovnováhou vnitřního prostředí. Jako důsledek neurologických komplikací byla ve vysoké míře uvedena smrt mozku.<sup>9</sup> Krvácivé a neurologické komplikace spolu vzájemně souvisejí, jejich výskyt významně ovlivňuje antikoagulační léčba. Další výzkumy by se proto měly zaměřit na problematiku antikoagulační terapie.<sup>22</sup>

Autoři analyzovaných studií uváděli ke komplikacím také infekce. Nejčastěji byla identifikována sepse nebo sepse s progresí do septického šoku a multiorgánového selhání.<sup>13,16,17,19</sup> V důsledku invazivních metod využívaných při mimotělním oběhu a možném působení bakterií se zvyšuje riziko infekce až rozvoj sepse (device-related sepsis).<sup>2,23</sup> Infekce v místě vpichu tak tvoří významnou část infekčních komplikací.<sup>8,13,19</sup> Délka terapie ECMO také významně ovlivňuje pravděpodobnost rozvoje infekce.<sup>24</sup> S tím souvisí i vyšší náchylnost k nozokomiálním nákazám, jejichž přítomnost potvrzuje ve studii také Kim a spol.<sup>18</sup> V literatuře se udává, že 13–26 % hlášených nozokomiálních infekcí u dospělých pacientů, kteří jsou na mimotělní podpoře, je spojeno s infekcí ještě před zahájením terapie. Mezi nejčastější nozokomiální infekce patří infekce dýchacích cest, močové infekce a infekce v místě chirurgických zákroků.<sup>21</sup>

Vaskulární komplikace byly nejvíce zastoupeny ischemií končetin.<sup>6,8,14,17,19</sup> Tyto ischemie mohou progredovat do stavů, jako je nekróza, kompartment syndrom, jenž vyžaduje fasciotomii a v některých případech končí i amputací.<sup>8,11–14,17,19</sup> Příčinou ischemie u VA ECMO je obstrukce femorální tepny outflow kanylou. Prevencí je včasná diagnostika rozvíjející se ischemie prostřednictvím jednoduchých fyzikálních vyšetření a tkáňovou oxymetrií. Pravidelná kontrola končetin je rozhodující pro snížení výskytu ischemických komplikací. Cévní komplikace mohou být detekovány pomocí dopplerovského ultrazvuku a klinických projevů souvisejících s teplotou, barvou, perfúzí a průtokem krve na základě pravidelného vyšetřování. Jako prevence ischemie se doporučuje zvýšit extrakorporální průtok krve nebo zavedení distálního perfuzního katétru.<sup>3</sup> Bartůňek a spol.<sup>2</sup> zmiňují, že u VA ECMO dochází k ischemii končetiny pod místem zavedení arteriální kanyly, tento problém je možné vyřešit pomocí reperfučních kanyl vedoucích na opačnou stranu od arteriální kanyly. Yang a spol.<sup>13</sup> sledovali vaskulární komplikace u dospělých pacientů s kardiogenním šokem, kteří byli napojeni na VA ECMO pomocí femorální chirurgické kanylace. Ve studii bylo zjištěno, že se vaskulární komplikace vyskytly u 16,7 % případů, včetně ischemie končetin (8,6 %) a krvácení v místě kanylace (8,6 %). Dle výzkumu autorů Lamb a spol.<sup>8</sup> mělo ischemii 12 z 91 pacientů. V době femorální kanylace byla perfuzní kanyla umístěna u 55 z 91 pacientů (60 %) a u žádného z nich se nevyvinula následná ischemie končetin. U zbývajících 36 pacientů (40 %) bez zavedení katétru se u 12 (33 %) vyvinula akutní ischemie končetin. Po zavedení perfuzní kanyly ischemie vymizela. Výsledky této studie naznačují, že perfuzní katétry účinně brání ischemii a měly by se implantovat automaticky. Narušená cirkulace může vést i k rozvoji kompartment syndromu<sup>11,12,25</sup> s nutností provedení fasciotomie.<sup>8,11,13</sup> Pokud se tento stav nebude léčit, může dojít k amputaci končetiny.<sup>8,11,13,19</sup>

K neméně významným komplikacím lze řadit i komplikace mechanické a technické s pestrout škálou příčin. V našem literárním přehledu byla nejvíce zastoupena výměna oxygenátoru.<sup>6,17,19</sup> Nejméně byla zastoupena mechanická porucha krevní pumpy.<sup>10</sup> Její příčina může být mechanická nebo v přívodu elektrické energie. Poškození lze rozpoznat podle sníženého odběru a návratu krve do oběhu pacienta. Pokud dojde k poškození elektrické energie a na místě není žádný náhradní zdroj, pumpu je možné pohánět ručně pomocí kliky, která je součástí každého přístroje.<sup>2</sup>

Dle Lubnowa a spol.<sup>10</sup> se technické komplikace během VV ECMO terapie vyskytly přibližně u 30 % pacientů. Zahřnutí byli pouze pacienti s alespoň jednou výměnou systému a trváním podpory ECMO delší než 48 hodin. Celkem u 45 % musela být provedena systémová výměna nálehačů, zatímco u zbývajících mohly být provedeny volitelně. Pro výměnu systému bylo 10 % nepředvídatelných mechanických komplikací a u 5 % bylo podezření na infekci.

Lubnow a spol.<sup>10</sup> dále uvádějí tvorbu sraženin v hlavě pumpy. Tvorba sraženin v pumpě se zhoršeným přenosem plynu a poruchou koagulace související se zařízením nebo tvorba sraženin v hlavě čerpadla vedoucí k hemolýze představovala 85 % technických komplikací. Stejně tak Nakasato a spol.<sup>11</sup> popisují výskyt sraženin v systému ECMO. Lange a spol.<sup>26</sup> uvádějí, že sraženiny v trubici, v okysličovačce nebo intravaskulární trombóza vyžadují více antikoagulace, která může zvýšit riziko krvácení. Pokud by nastala tato komplikace, sraženiny se mohou uvolnit a následně způsobit například infarkt myokardu. Tím, že je průtok u VA ECMO přes plicní cirkulaci, hrozí zvýšené riziko vzniku trombu v plicním oběhu nebo může u pacienta dojít také k cévní mozkové příhodě. Proto je někdy nutná kompletní výměna obvodů i zavedené kanyly. Podle Bartůňka a spol.<sup>2</sup> jsou krevní sraženiny jednou z nejčastějších mechanických komplikací, které mohou nastat. Selhání oxygenátoru, systémovou nebo plicní embolií může způsobit nadměrná tvorba krevních sraženin nebo velkých koagul. Dle Ošťádal a spol.<sup>3</sup> je riziko vzniku krevních sraženin v okruhu ECMO při krátkodobém a správném použití antikoagulační léčby nízké. Při dlouhodobém užívání, omezení nebo vysazení antikoagulace se může riziko vzniku trombu zvýšit. Proto je nutné pravidelně provádět kontrolu části okruhu a měřit tlak oxygenátoru.

Rízení schopnosti výměny plynu a poklesu tlaku přes krevní pumpu nebo sledování parametrů koagulace a hemolýzy v průběhu terapie umožňují včasnější identifikaci závažných komplikací spojených s terapií ECMO.

Rozvoj časných a pozdních komplikací ECMO ovlivňuje řada faktorů. Významným rizikovým faktorem je například věk nad 65 let.<sup>14–19</sup> Autoři Yeh a spol.<sup>27</sup> však uvádějí, že samotný věk by neměl vylučovat pacienty, aby byli kandidáti na podporu ECMO. Proto by rozhodnutí provést ECMO u starších pacientů nemělo být založeno pouze na věku. K dalším rizikovým faktorům patří diabetes mellitus, renální a hepatální insuficience, obezita, hodnota laktátu vyšší než 4 mmol/l.<sup>14</sup> Fletcher a spol.<sup>7</sup> uvádějí, že v případě výskytu intrakraniálního krvácení během ECMO je rizikovým faktorem antikoagulační terapie. Autoři dále uvádějí jako možné prediktory komplikací nízké Glasgow Coma Scale (GCS), vysoké skóre APACHE II a vysokou hodnotu pre-ECMO kreatininu,<sup>15</sup> celkovou koncentraci bilirubinu v séru před implantací ECMO a množství ztráty krve,<sup>16</sup> předchozí KPR a pH < 7,1,<sup>17</sup> dlouhodobou podporu ECMO a vysokou hodnotu prokalcitoninu (PCT),<sup>18</sup> onemocnění koronárních tepen,<sup>19</sup> menší průměr femorální tepny, periferní okluze, absenci distální pulsace před kanylací nebo bezprostředně po kanylaci a/nebo také o 4 hodiny později,<sup>28</sup> hemoglobin < 10 g/dl, počet destiček < 100 × 10<sup>9</sup>/l, kreatinin > 150 μmol/l, kreatinínáza-MB > 130 IU/l.<sup>19</sup>

Mortalitu pacientů během terapie ECMO a po terapii ECMO významně ovlivňují základní onemocnění, přidružené diagnózy, polymorbidita, věk, celková schopnost

reakce organismu na zátěž apod. Enger a spol.<sup>29</sup> uvádějí lepší míru přežití po VV ECMO u traumatologických stavů. Naopak intrakraniální krvácení vzniklé během terapie ECMO mělo v mnohých případech fatální důsledky a je spojováno s nízkou mírou přežití.<sup>7</sup> Ve studii autorů Aso a spol.<sup>30</sup> byla prokázána vysoká úmrtnost u pacientů, kteří podstoupili VA ECMO, zejména u pacientů s kardiogenním šokem a u pacientů se srdeční zástavou. Kardiální důvody úmrtí uvádějí i autoři Rastan a spol.<sup>14</sup> Míru úmrtnosti u pacientů napojených na VV ECMO mohou ovlivňovat i multikulturní aspekty. Například ve studii autorů Mosca a spol.<sup>31</sup> měli zástupci europoidní rasy vyšší míru přežití (jak třicetidenní, tak i roční) než zástupci etnických menšin. Vysoký věk a dlouhodobá podpora ECMO měly také podíl na vyšší míře úmrtnosti pacientů.<sup>32</sup> Pomocným ukazatelem vývoje zdravotního stavu jsou hodnotící škály, například skóre SOFA, RESP a PRESERVE, která významně predikují přežití u pacientů na ECMO.<sup>29,32,33</sup> S rozvojem technického pokroku, se stoupající kvalitou lékařské a ošetrovatelské péče dochází ke snížení úmrtnosti pacientů, v porovnání s obdobím, kdy se začalo ECMO zavádět do klinické praxe.

## Závěr

Z výsledků přehledové práce je patrné, že nejčastější komplikací extrakorporální membránové oxygenace je krvácení, následují komplikace renální, neurologické, infekční, vaskulární a mechanické. Krvácivé a neurologické komplikace byly spojeny s antikoagulační léčbou, která je však u mimotělní podpory nutná. Prediktorem rozvoje časných a pozdních komplikací jsou základní diagnóza, přidružená onemocnění, polymorbidita, věk nad 65 let, funkční schopnost organismu odolávat zátěži, ale také délka terapie ECMO. Tyto faktory pak významně ovlivňují mortalitu pacientů během a po léčbě ECMO. Prevencí komplikací a jejich včasnou identifikací je možné pozitivně ovlivnit míru a kvalitu přežití pacientů na ECMO.

## Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Autoři nemají žádný střet zájmů.

## Literatura

1. Bělohávek J, Rohn V, Kunštýř J, et al. Profil pacientů léčených extrakorporální membránovou oxygenací (ECMO). *Interv Akut Kardiol* 2010;9:121–128.
2. Bartůňek P, Jurásková D, Heczková J, et al. Vybrané kapitoly z intenzivní péče. Praha: Grada Publishing, a.s., 2016:752.
3. Ošťádal P, Bělohávek J, Balík M, et al. ECMO: extrakorporální membránová oxygenace: manuál pro použití u dospělých. 2. aktualiz. vyd. Praha: Maxdorf, 2018:88.
4. Šimek M, Hutýra M, Zuščík O, et al. Mechanická podpora oběhu v léčbě kardiogenního šoku. *Kardiol Rev Int Med* 2014;16:116–122.
5. Extracorporeal life support organization [online]. Ann Arbor: ELSO Office, 2015 [cit. 1. 4. 2019]. Dostupné z: <https://www.else.org/Home.aspx>
6. Aubron C, DePuydt J, Belon F, et al. Predictive factors of bleeding events in adults undergoing extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Intensive Care* 2016;6:1–10.
7. Fletcher-Sandersjö A, Thelin EP, Bartek J Jr., et al. Management of intracranial hemorrhage in adult patients on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): An observational cohort study. *Plos One* 2017;12(12):e0190365.

8. Lamb KM, DiMuzio PJ, Johnson A, et al. Arterial protocol including prophylactic distal perfusion catheter decreases limb ischemia complications in patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation. *J Vasc Surg* 2017;65:1074–1079.
9. Lorusso R, Gelsomino S, Parise O, et al. Neurologic injury in adults supported with veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure: Findings from the extracorporeal life support organization database. *Crit Care Med* 2017;45:1389–1397.
10. Lubnow M, Philipp A, Foltan M, et al. Technical complications during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation and their relevance predicting a system-exchange – retrospective analysis of 265 cases. *Plos One* 2014;9(12):e112316.
11. Nakasato GR, Murakamib BM, Gonçalves MAB, et al. Predictors of complications related to venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in adults: A multicenter retrospective cohort study. *Heart Lung* 2020;49:60–65.
12. Tanaka D, Hirose H, Cavarocchi N, et al. The impact of vascular complications on survival of patients on venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Thorac Surg* 2016;101:1729–1734.
13. Yang F, Hou D, Wang J, et al. Vascular complications in adult postcardiotomy cardiogenic shock patients receiving venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Intensive Care* 2018;8:72.
14. Rastan AJ, Dege A, Mohr M, et al. Early and late outcomes of 517 consecutive adult patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postcardiotomy cardiogenic shock. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139:302–311.
15. Lee SN, Seop M, Yoo KD. Impact of age on extracorporeal membrane oxygenation survival of patients with cardiac failure. *Clin Interv Aging* 2017;4:1347–1353.
16. Silvetti S, Ranucci M, Pistuddi V, et al. Blood stream infections during post-cardiotomy extracorporeal membrane oxygenation: Incidence, risk factors, and outcomes. *Int J Artif Organs* 2019;42:299–306.
17. Papadopoulos N, Marinos S, El-Sayed Ahmad S, et al. Risk factors associated with adverse outcome following extracorporeal life support: analysis from 360 consecutive patients. *Perfuzion* 2015;30:284–290.
18. Kim DW, Cho HJ, Kim GS, et al. Predictive value of procalcitonin for infection and survival in adult cardiogenic shock patients treated with extracorporeal membrane oxygenation. *Chonnam Med J* 2018;54:48–54.
19. Wang L, Yang F, Wang X, et al. Predicting mortality in patients undergoing VA-ECMO after coronary artery bypass grafting: the REMEMBER score. *Crit Care* 2019;23:11.
20. Ondříčková L. Když je ECMO denní rutina. *Med Trib* 2018. Available from: <https://www.tribune.cz/clanek/43648-kdyz-je-ecmo-denni-rutina>
21. Botsch A, Protain E, Smith AR, et al. Nursing implications in the ECMO patient. *Intech Open* 2019. doi: 10.5772/intechopen.85982
22. Franková V. Časné a pozdní komplikace extrakorporální membránové oxygenace. Opava, 2020. Bakalářská práce. Slezská univerzita v Opavě. Fakulta veřejných politik v Opavě. Ústav ošetřovatelství. Vedoucí práce Pavlína Rabasová.
23. Máca J, et al. ARDS v klinické praxi. Praha: Maxdorf, 2015:695.
24. Allou N, Pinto HL, Persichini R, et al. Cannula-related infection in patients supported by peripheral ECMO: Clinical and microbiological characteristics. *ASAIO J* 2019;65:180–186.
25. Cheng A, Sun HY, Tsai MS, et al. Predictors of survival in adults undergoing extracorporeal membrane oxygenation with severe infections. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;152:1526–1536.
26. Lange DW, Sikma MA, Meulenbelt J. Extracorporeal membrane oxygenation in the treatment of poisoned patients. *Clin Toxicol* 2013;51:385–393.
27. Yeh TCH, Chang HH, Ger LP, et al. Clinical risk factors of extracorporeal membrane oxygenation support in older adults. *Plos One* 2018;13(4):e0195445.
28. Yen CC, Kao CH, Tsai CS, et al. Identifying the risk factor and prevention of limb ischemia in extracorporeal membrane oxygenation with femoral artery cannulation. *Heart Surg Forum* 2018;21:18–22.
29. Enger T, Philipp A, Videm V, et al. Prediction of mortality in adult patients with severe acute lung failure receiving veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: a prospective observational study. *Crit Care* 2014;18:R67.
30. Aso S, Matsui H, Fushimi K, et al. In-hospital mortality and successful weaning from venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: analysis of 5,263 patients using a national inpatient database in Japan. *Crit Care* 2016;20:80.
31. Mosca MS, Narotsky DL, Liao M, et al. Survival following veno-venous extracorporeal membrane oxygenation and mortality in a diverse patient population. *J Extra Corpor Technol* 2015;47:217–222.
32. Baek MS, Chung CR, Kim HJ, et al. Age is major factor for predicting survival in patients with acute respiratory failure on extracorporeal membrane oxygenation. *J Thorac Dis* 2018;10:1406–1417.
33. Klinzing S, Wenger U, Steiger P, et al. External validation of scores proposed for estimation of survival probability of patients with severe adult respiratory distress syndrome undergoing extracorporeal membrane oxygenation therapy. *Crit Care* 2015;19:142.