

Determinantes de Complicações Neurológicas no Uso da Circulação Extracorpórea (CEC)

Determinants of Neurological Complications with the Use of Extracorporeal Circulation (ECC)

Natia de Freitas Barbosa, Danilo Martins Cardinelli, Flávia Falci Ercole

Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG - Brasil

Introdução

A circulação extracorpórea é hoje uma tecnologia em constante evolução, com princípios básicos já bem estabelecidos. Seus efeitos sobre o organismo humano ainda não estão inteiramente definidos, assim como é especulativa a fisiopatologia de diversas reações do organismo a esse procedimento¹.

Por ser uma tecnologia que não mantém princípios da fisiologia normal, sua utilização rotineira estimulou análise das complicações associadas^{2,3} a ela. Inúmeros pesquisadores referem que os efeitos deletérios da CEC estão relacionados com o desenvolvimento da “Síndrome de Resposta Inflamatória Sistêmica”, caracterizada pelo comprometimento pulmonar, renal, cerebral e cardíaco³⁻⁶.

O efeito da CEC sobre o sistema nervoso deve ser considerado. No transcurso da perfusão pode ocorrer um aumento da pressão arterial, principalmente em idosos, que com facilidade desenvolvem edema e hemorragia cerebral. Na hipotensão, a hipóxia induz à injúria tissular, sendo esta mais grave no tecido cerebral¹. Além disso, a CEC pode ocasionar processos embólicos com danos cerebrais irreversíveis⁷.

Os progressos da tecnologia extracorpórea e das técnicas de cirurgia, anestesia e pós-operatório contribuíram para reduzir a incidência de eventos indesejáveis relacionados ao sistema nervoso¹. Porém, as complicações neurológicas ainda ocorrem e, frequentemente, são consideradas entre os mais importantes agravos, pois determinam taxas de sobrevida e produzem grande impacto na qualidade de vida do paciente e de sua família.

Atualmente, a CEC precisa ter um objetivo que vai além da substituição das funções cardiopulmonares, devendo garantir a

integridade celular e a estrutura e função dos órgãos e sistemas durante o tempo necessário para o desenvolvimento das cirurgias. É complexo atribuir uma determinada alteração a um único procedimento, porém, alguns autores colocam a CEC como variável independente para ocorrência de disfunções neurológicas⁷⁻⁹. No entanto, há estudos que mencionam outros fatores como causadores das lesões cerebrais, tais como: idade avançada, gravidade da doença, ato anestésico-cirúrgico etc^{10,11}.

Considerando a frequente utilização da CEC e o pressuposto de que complicações neurológicas comprometem a qualidade de vida, faz-se necessária uma apreciação dos indícios de disfunção cerebral no manuseio da CEC. Pretende-se também identificar fatores de risco inerentes à CEC e intervenções que minimizem a incidência e gravidade das lesões, considerando o grau de segurança deste procedimento.

Métodos

Trata-se de um estudo de revisão integrativa sobre o tema complicações neurológicas no uso da CEC. A revisão integrativa possibilita a síntese e a análise do conhecimento científico já produzido sobre o tema investigado, exigindo os mesmos padrões de rigor e clareza utilizados nos estudos primários¹². Esse tipo de revisão permite analisar estudos com abordagens metodológicas diferentes, mas que contemplam o tema em questão. Os resultados dos estudos selecionados nesse tipo de revisão levam à construção de um corpo de conhecimento necessário para o aperfeiçoamento técnico-científico da assistência prestada.

A análise considerou a classificação da força da evidência elaborada por Stetler e cols., proposta por níveis para as principais fontes de evidência científica¹³. O nível I engloba as revisões sistemáticas com metanálise e os estudos nível VI são baseados em opiniões de especialistas ou de órgãos de regulamentação ou legais, conforme Tabela 1.

O levantamento bibliográfico de publicações indexadas foi realizado no período de janeiro de 1998 a setembro de 2008, nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências de Saúde (LILACS), Index Medicus Eletrônico da *National Library of Medicine* (MEDLINE), SciELO e Biblioteca Cochrane. Também se utilizou a busca reversa de estudos originais, que é um método de seleção de estudos a partir da bibliografia de trabalhos primários recuperados na busca anterior¹⁴.

Após pesquisa nos bancos de dados, foram selecionados e incluídos artigos das bases de dados MEDLINE e LILACS,

Palavras-chave

Circulação extracorpórea/efeitos adversos, circulação cerebrovascular, encefalopatias, Síndrome de Resposta Inflamatória Sistêmica.

Correspondência: Natia de Freitas Barbosa •

Rua Edson Silveira, 29, Casa 05 - São Gabriel - 31980-120 - Belo Horizonte, MG - Brasil

E-mail: natia_freitas@yahoo.com.br, natia.freitas@gmail.com.br

Artigo recebido em 11/03/09; revisado recebido em 03/09/09; aceito em 15/12/09.

Tabela 1 - Nível de qualidade de evidência

Nível de qualidade de evidência*	Fontes de evidência
Nível I	Metanálise de múltiplos estudos controlados.
Nível II	Estudo experimental individual.
Nível III	Estudo semiexperimental com grupo único, não randomizado, controlado, com pré e pós-teste, estudo tipo caso/controle.
Nível IV	Estudo não experimental como pesquisa descritiva correlacional, pesquisa qualitativa ou estudo de caso.
Nível V	Relatório de casos ou dados obtidos sistematicamente, de qualidade verificável, ou de programas de avaliação.
Nível VI	Opinião de autoridades respeitadas (como autores conhecidos nacionalmente) baseadas em sua experiência clínica ou a união de um comitê de peritos incluindo suas interpretações de informações não baseadas em pesquisa. Esse nível também inclui opiniões de órgãos de regulamentação ou legais ⁷ .

(*)- Nível de força de evidência científica, proposto Stetler e cols.¹³, em 1998.

adotando os seguintes critérios: artigos que abordassem os temas “circulação extracorpórea” e “complicações neurológicas”, restritos aos últimos 10 anos, nos idiomas português, inglês e espanhol. Também foi utilizado como fonte de pesquisa livro com importância reconhecida e de relevância para o estudo.

Ao selecionar o período de interesse, o quantitativo foi reduzido para 20 estudos na base de dados LILACS e 184 estudos na MEDLINE. Após a leitura e análise dos 204

trabalhos selecionados, verificou-se que 27 artigos abordavam direta ou indiretamente os temas de interesse. Os artigos foram solicitados na íntegra, através da Biblioteca do Campus Saúde da UFMG, pelo Sistema de Comutação Bibliográfica, pela consulta ao Portal de Periódicos da CAPES e pela BIREME.

Para facilitar a coleta de dados dos estudos selecionados, foi elaborado um instrumento contendo itens para análise e síntese dos dados do conteúdo das publicações conforme Quadro 1. Esses estudos foram ordenados e valorizados de acordo com a classificação de força de evidência supracitada, considerando a prevalência de alterações neurológicas no uso da CEC, os tipos de complicações e seus fatores causais. Os resultados extraídos de cada estudo foram discutidos à luz da literatura específica.

Resultados

Análise da amostra

A amostra foi composta por: um livro amplamente referenciado nessa área temática, um estudo experimental realizado *in vitro*, três estudos com delineamento do tipo caso-controle, um estudo semiexperimental com grupo único com pré e pós-teste, 14 pesquisas descritivas observacionais tipo coorte ou estudo de caso e 08 revisões de literatura.

Os países que mais se destacaram em quantidade de publicações de artigos foram os Estados Unidos da América (30%), Brasil (19%), Inglaterra (15%), Espanha (11%) e Japão (11%). Dentre os idiomas selecionados, 66,7% dos estudos utilizaram a língua inglesa, 18,5% foram publicados na língua portuguesa e 14,8% dos trabalhos usaram o espanhol em sua publicação.

Quadro 1 - Instrumento de coleta de dados

FICHA DE ESTUDO* - Trabalho nº	
1) Título:.....	2) Autor:
3) Periódico:	4) Ano de publicação:.....
5) Idioma:.....	6) País:.....
7) Profissão/ Titulação:.....	8) Tipo de Publicação:.....
9) Delineamento:.....	10) Relação [] direta [] indireta com o tema
11) Aspectos éticos [] Sim [] Não	12) Relação entre teoria e resultados:
13) Revisão bibliográfica [] Sim [] Não	14) Relação entre problema e método:.....
15) Há associação entre o uso de CEC e a ocorrência de complicações neurológicas [] Sim [] Não	
16) Descrição de complicações (quando relatadas)	
17) Descrição de fatores causais (quando relatados)	
18) Aspectos positivos da CEC	
19) Aspectos negativos da CEC	
20) Recomendações para pesquisas futuras [] Sim [] Não	
21) Força de Evidência Científica: [] I [] II [] III [] IV [] V [] VI	

(*) Elaboração dos autores do presente estudo.

Atualização Clínica

Desde a introdução da circulação extracorpórea até os tempos atuais, não há uma época específica para o aumento do número de publicações. Na amostra, percebe-se a distribuição praticamente homogênea dos periódicos, sendo que 14 trabalhos foram publicados nos últimos 5 anos e 13 foram publicados no intervalo de 5 a 10 anos anteriores. Esse fato demonstra o constante interesse pelo tema, contribuindo decisivamente para a construção do conhecimento específico.

Em relação à profissão dos autores, 4 estudos citaram diretamente médicos como autores. Seis estudos têm profissionais com título de doutorado ou mestrado em sua autoria. A maioria da amostra referiu seus autores como membros vinculados às instituições hospitalares e universitárias (não citando profissão e graduação), sendo que 37% dos trabalhos foram vinculados somente às universidades, 30% vinculados somente às instituições hospitalares, 26% vinculados a ambos os estabelecimentos e 7% não referiram a instituição que os autores fazem parte.

Na identificação das fontes para localização dos artigos, 81,5% são provenientes do MEDLINE e 18,5% foram localizados na base de dados da LILACS.

Dentre os trabalhos publicados, nenhum artigo científico foi produzido com base em dissertações ou teses e dois artigos utilizaram o delineamento experimental ou o semiexperimental. Apesar de os experimentos apresentarem algumas limitações de caráter ético, devido a variáveis manipuláveis, tecnicamente, são estes estudos que melhor respondem ao teste das hipóteses causais¹⁵.

No que se refere ao procedimento ético em pesquisas envolvendo seres humanos, 6 pesquisas descritivas correlacionais, três estudos de caso e um estudo semiexperimental não referiram os aspectos éticos do trabalho. Esses trabalhos representam 55,5% da amostra de estudos envolvendo seres humanos. Consta-se na Declaração de Helsinque¹⁶ e na Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196¹⁷ que a afirmação de obediência aos preceitos éticos deve constar no protocolo de pesquisa, gerando margens à interpretação de não obrigatoriedade desta no discurso do estudo concluído.

Ao se analisar o conjunto da amostra, verifica-se que o tema do presente estudo não é específico de periódicos referentes à cirurgia cardiovascular ou à área de cardiologia. A maioria dos artigos foi publicada em periódicos gerais de medicina e saúde e revistas de neurologia e anestesiologia, o que compromete também a rápida atualização do conhecimento.

Na análise estrutural, percebe-se que em poucos casos não há o estabelecimento de prioridades de pesquisa conforme se preconiza. É importante destacar que 100% dos artigos apresentaram um quadro teórico para fundamentar o objeto de estudo e as demais etapas do processo de pesquisa. Os quadros teóricos foram variados, extraídos da bibliografia nacional e internacional, representando grande parte da amostra de estudo do presente trabalho.

Complicações neurológicas

De acordo com a amostra de 28 trabalhos, 51,7% referem-se diretamente à ocorrência de complicações neurológicas em procedimentos que utilizam a circulação extracorpórea, sendo

que apenas um destes trabalhos menciona que essa associação é relativa¹⁸. Todas as revisões de literatura e os demais trabalhos que se referem indiretamente ao tema correlato evidenciaram, no fundamento teórico, a possibilidade de agravo cerebral desse procedimento.

Na análise dos trabalhos, identificam-se grupos de pacientes de maior risco para a realização de CEC. Neonatos, idosos, hipertensos, diabéticos, obesos e pacientes com história de acidente vascular cerebral possuem reconhecidamente uma maior suscetibilidade ao desenvolvimento de complicações neurológicas.

Quando os pacientes são avaliados prospectivamente, por uma equipe de especialistas, utilizando tecnologia avançada e testes refinados e específicos, podem ser identificadas alterações neurológicas, temporárias ou não, em mais de 70% dos pacientes¹.

A deficiência cognitiva é referida em 16 estudos da amostra (55%), cuja incidência relatada varia entre 2 e 80% dos casos¹⁹⁻²¹. Alterações do nível de atenção, do ciclo vigia-sono, da marcha e da memória, desorientação simples, confusão de suave à extrema e agitação psicomotora com comportamento psicótico mais grave estão entre as disfunções orgânicas relatadas. Tais disfunções são referidas geralmente como alterações funcionais difusas e reversíveis (na maioria dos casos) do metabolismo oxidativo cerebral e de transmissão tanto das vias adrenérgicas quanto das colinérgicas^{22,23}.

A incidência de complicações neurológicas graves, como hemorragia intracraniana em neonatos (9,9 a 31%) e adultos (3,4 a 18,9%), infarto ou morte cerebral (11%), é citada em alguns artigos de nível IV de Força de Evidência Científica^{20,24,25}.

Alguns estudos Nível III, ou com o mesmo nível de evidência dos trabalhos supracitados, supõem a associação de disfunção cerebral no manuseio da CEC em sua fundamentação teórica, porém não evidenciaram esta complicação neurológica em seus resultados devido à amostra ou aos mecanismos de monitorização insuficientes para a análise de tal tipo de complicação^{4,26-28}.

O estabelecimento súbito de perda visual insensível, uni ou bilateral, diagnosticado como "Neuropatia Isquêmica Óptica Anterior", e a paralisia ocular têm sido discutidos com crescente frequência como complicações depois de cirurgia com circulação extracorpórea^{23,25,29}. A neuropatia isquêmica óptica descreve um defeito no nervo ótico, cuja fisiopatologia do processo não está elucidada, e leva a perda irreversível da visão na maioria dos casos. As tentativas terapêuticas têm falhado, logo, medidas de profilaxia transoperatórias de possíveis causas, tais como hipotensão prolongada ou vasoconstrição induzida por catecolaminas, são sugeridas como único modo de prevenir essa complicação²⁹.

Mecanismos de lesão

Os mecanismos de lesão cerebral mais frequentemente relatados nos estudos foram os relacionados à ocorrência de microembolias (17 estudos) e a baixa perfusão cerebral (16 estudos), correspondendo a 63 e 59,3% dos estudos que descrevem o desenvolvimento de lesões cerebrais, respectivamente. Dentre eles, 24 (89%) dos 27 trabalhos referiram-se a pelo menos um dos eventos supracitados.

Esses dois mecanismos de lesão podem precipitar uma cascata de eventos bioquímicos celulares induzidos por isquemia cerebral. Um estudo semiexperimental, nível II de evidência científica, demonstra que valores menores de 40% de saturação de oxigênio alteram o desempenho cognitivo dos pacientes analisados, indicando circulação cerebral insuficiente para as demandas metabólicas¹⁹. As alterações do fluxo de distribuição sanguínea durante o estado não fisiológico que ocorre na CEC, a resposta individual do paciente a estas alterações e a concomitante redução do fluxo de bomba para facilitar o reparo cirúrgico podem afetar adversamente a perfusão cerebral regional e global³⁰.

O mecanismo fisiopatológico do dano cerebral requer estudo minucioso. Pode existir uma vulnerabilidade seletiva à hipóxia prolongada em determinados núcleos neuronais do tronco encefálico²³. A entrega inadequada de oxigênio induz à morte celular por falta de energia e à modulação de uma resposta excitotóxica pelas células parcialmente perfundidas. As células isquêmicas liberam uma variedade de receptores que causam um incremento de cálcio e sódio intracelular. Simultaneamente, o glucamato estimula os receptores que induzem à formação de inosol, trifosfato e diacilglicerol, que causam aumento da sensibilidade das aminas excitatórias. No estado final, as enzimas ativadas pelo cálcio degradam o ácido araquidônico que, junto com o fator ativador de plaquetas, causa vasoconstrição, oclusão de vasos e, desta forma, aumenta a isquemia³⁰.

O cérebro está sujeito a uma contínua exposição de microêmbolos durante a CEC. A morbidade neurológica e a magnitude da disfunção estão relacionadas com o tamanho e o número de êmbolos difundidos na circulação cerebral. Os êmbolos são produzidos por diferentes fontes: microembolias de ar, detritos ateromatosos e trombos intracardíacos na circulação cerebral^{15,30,31}.

A microembolia aérea é causada por várias situações propensas durante o uso da CEC: 1) durante o manuseio da aorta ascendente por ocasião do pinçamento e despinçamento; 2) inversão do fluxo para o ventrículo esquerdo e aorta; 3) contração inesperada do coração ainda aberto com aorta sem pinçamento; 4) retirada de ar inadequada antes de restabelecer a circulação; e 5) situações de baixo nível sanguíneo no reservatório da CEC^{5,30,31}.

Há fortes indícios de que as microbolhas também podem ser oriundas do movimento rápido da prótese valvar especificamente mecânica. Essa cria um fluxo local de inclinações de alta pressão que podem causar cavitações, especialmente durante o fechamento, gerando efeito de descompressão durante o desvio cardiopulmonar³¹.

A disfunção cerebral também está intrinsecamente relacionada à pressão intra-abdominal (IAP). O aumento da IAP pode resultar em falência dos sistemas renal, circulatório, respiratório e nervoso. Um decréscimo no retorno do sangue venoso do sistema nervoso central (SNC) resulta em hipertensão venosa cerebral e consequente hipertensão intracraniana, edema cerebral e infarto. A alta pressão intra-abdominal aumenta a pressão pulmonar e a pressão venosa central (PVC), portanto, pode-se presumir que o aumento da PVC influencia a homeostase do SNC³².

Apesar de inúmeros fatores de risco relacionados à CEC, deve-se considerar que o mecanismo de lesão cerebral é complexo e frequentemente influenciado por causas independentes, tais como: extremos de idade, história prévia de enfermidade cerebrovascular, hipóxia, gravidade da doença, uso de bicarbonato e de drogas inotrópicas vasopressoras e urgência cirúrgica^{23,24,33,34}.

A resposta inflamatória sistêmica (SIRS) também é referida como fator em potencial para complicações pós-operatórias, sobretudo pulmonares, renais, hematológicas e neurológicas. O mecanismo fisiopatológico desse processo é descrito em poucos estudos dessa amostra sendo relacionado pelo uso da CEC por influência de vários fatores. Contudo, é importante destacar que o desenvolvimento da SIRS ocorre em outros procedimentos cirúrgicos que não utilizam o desvio cardiopulmonar³⁵⁻³⁷.

A CEC impõe alterações importantes com o estresse mecânico sobre os elementos figurados durante a mudança do regime do fluxo sanguíneo. Nesse processo, muitas interleucinas são liberadas, sendo a IL-8 a mais ativa no SNC. Essa sofre ação da endotelina, atraindo células polimorfo-nucleadas, ativadas pela resposta humoral e celular, responsáveis pela injúria cerebral por isquemia e reperfusão^{38,39}.

O conhecimento sobre o sincronismo do sistema nervoso central com relação à iniciação de circulação extracorpórea é desconhecido, mas essencial a fim de compreender os mecanismos fisiopatológicos do desenvolvimento dessas complicações neurológicas⁴⁰.

Estratégias para proteção cerebral

Várias estratégias têm sido empregadas para diminuir as alterações neurológicas associadas à circulação extracorpórea. O uso de glicocorticoides, anestésicos, barbitúricos, oxigenadores de membrana, câmeras hiperbáricas, hipotermia, hemofiltração, circuitos revestidos de heparina e a manutenção da temperatura, do PH e da volemia têm sido recomendados pela literatura^{1,5,30}.

O fator de proteção cerebral da hipotermia é relativo. Essa permite prolongar o tempo de parada cardíaca, diminuindo a necessidade de oxigênio no cérebro e evitando dano neurológico. Por outro lado, quando profunda, requer aumento do tempo total da CEC, sendo considerado um fator de risco para sequelas neurológicas. Além disso, a hipotermia favorece a hemoconcentração e o aumento da viscosidade sanguínea, o que pode provocar alterações na função plaquetária, favorecendo dano cerebrovascular. O padrão considerado seguro seria de 12 a 28° C segundo alguns estudos^{1,23}.

Mecanismos de monitorização também são sugeridos na prevenção e redução da extensão do dano cerebral, pois permitem diagnóstico precoce de possíveis alterações, especialmente em pacientes que são propensos à injúria neurológica durante a CEC^{28,32}. Na análise do estudo, os mecanismos de monitorização mais comumente citados são os que obtêm dados de pressão intracraniana, PVC, IAP e métodos de imagem, como eletroencefalograma, ultrassom uni e bilateral e doppler transcraniano.

Além dos mecanismos de monitorização, o desenvolvimento de dispositivos de segurança é essencial para a CEC. A linha de

Atualização Clínica

filtro arterial ganhou grande popularidade pela sua habilidade de remover com a mesma eficácia microêmbolos e grandes êmbolos de ar, no caso de um acidente de perfusão.

O estudo de Whitaker e colaboradores com delineamento caso-controle, nível III de força de evidência científica, define deficiência cognitiva pela redução do desempenho neurológico em 9 testes, aplicados em uma amostra de 110 pacientes, divididos em dois grupos que utilizaram filtros de CEC distintos. O resultado desse trabalho demonstra que ambos os filtros foram eficientes na remoção de macro e microêmbolos durante a perfusão, com resultados semelhantes em relação à ocorrência de disfunção cognitiva⁴¹.

O benefício de proteção cerebral da insuflação de CO₂ no campo operatório, no caso de ocorrência de entrada de ar na linha venosa da CEC, foi demonstrado por Martens e colaboradores, em estudo experimental *in vitro*, classificado como Nível II de evidência científica. Devido à solubilidade do CO₂ ser maior do que a do ar ambiente, a oclusão ou interrupção do fluxo nas artérias cerebrais está presumivelmente diminuída quando o gás bloqueador é o CO₂. É um método cada vez mais utilizado em cirurgias cardíacas abertas e, especialmente, em cirurgias valvares minimamente invasivas⁴².

Outro método muito utilizado é o da perfusão cerebral retrógrada (RCP), em que o sangue oxigenado é bombeado retrogradamente pela veia cava superior. Esse método possui vantagens se comparado a técnicas convencionais, pois possibilita manter uniformizada a hipotermia com método diferenciado de administração do perfusato. Possui também mecanismo de abastecimento de oxigênio e substratos metabólicos e atua na remoção de metabólitos tóxicos e dióxido de carbono, além de prevenir embolização cerebral por ar, placas ateromatosas, trombos ou outros restos celulares e *debris* teciduais⁴³.

Discussão

A circulação extracorpórea hoje é uma tecnologia amplamente utilizada. No mundo, anualmente, são realizados em média 1.200.000 procedimentos cardíacos com circulação extracorpórea. Somente nos Estados Unidos, cerca de 700.000 cirurgias cardíacas são realizadas por ano⁴⁴. No Brasil, aproximadamente 40.000 operações com circulação extracorpórea são feitas a cada ano. Estima-se que esses números serão maiores futuramente, em função de necessidades ainda não atendidas da população¹.

A circulação extracorpórea é um procedimento técnico influenciado pelo emprego de numerosos dispositivos mecânicos e por respostas variáveis dos pacientes. A falta de padronização das técnicas e materiais utilizados na CEC é observada através das variações das formulações do perfusato, dos sistemas de monitorização intraoperatória, das técnicas de administração da cardioplegia e dos oxigenadores usados nos circuitos. Isto pode levar a intercorrências no transoperatório que afetarão diretamente a recuperação do paciente após a cirurgia.

A segurança dos pacientes em uso de CEC constitui um tema de destaque entre as pesquisas. Porém, poucos são os trabalhos que descrevem as intercorrências frequentemente encontradas na prática da CEC na atualidade. Mejak e cols.⁴⁵

avaliaram 671.290 procedimentos cardíacos realizados em 797 hospitais que utilizam circulação extracorpórea, durante dois anos. Nesse estudo, foram registrados 4.882 intercorrências, correspondendo à ocorrência de um incidente a cada 138 perfusões.

O estudo identificou os 10 tipos de intercorrências mais comumente encontradas: 1º) reações à protamina; 2º) discrasias sanguíneas; 3º) falhas da bomba d'água; 4º) ar no circuito; 5º) coágulos no circuito; 6º) dissecação arterial; 7º) falhas nos oxigenadores; 8º) trocas de oxigenadores; 9º) falhas mecânicas nas bombas; e 10º) falhas das bombas e consequente uso de manivelas⁴⁵.

Além disso, nessa pesquisa, foram identificados alguns pacientes que apresentaram acidente vascular encefálico, classificado como injúria grave. Outras ocorrências menos frequentes, porém graves, foram a embolia aérea massiva (23 ocorrências e 6 óbitos) e 11 transfusões incompatíveis, com dois óbitos. As intercorrências que resultaram em injúria importante ou óbito ocorreram em uma a cada 1.482 perfusões. Esse número significa que houve progressos desde a década de 80, quando ocorria uma injúria grave ou óbito a cada 1.000 perfusões⁴⁵.

Medidas preventivas para redução da incidência das complicações foram sugeridas em alguns dos trabalhos selecionados, contudo, deve-se dar ênfase sobre a importância da qualidade do trabalho realizado pela equipe durante o ato cirúrgico. A experiência demonstra que os eventos ocorridos na sala de operações são os que definem o resultado final do tratamento cirúrgico. A contribuição do pós-operatório é importante, mas, ao mesmo tempo, relativa, pois frequentemente é incapaz de reverter alterações graves resultantes de um ato operatório inadequadamente realizado.

A equipe de cirurgia cardiovascular é numerosa e multidisciplinar, e seu núcleo se constitui essencialmente de cirurgião, anestesista e perfusionista. A supervisão geral da equipe, bem como o inter-relacionamento com os demais especialistas, em todas as circunstâncias, é da responsabilidade do cirurgião¹. No entanto, é incoerente considerar que o cirurgião, a um só tempo, realiza o ato cirúrgico e atua como fiscal das atividades de outro profissional, de cujo desempenho depende a vida do paciente.

A participação do perfusionista na segurança da CEC não pode ser ignorada. Esse profissional desempenha um papel primordial na segurança dos procedimentos de CEC, seja por ação dos equipamentos ou aparelhos sob o seu controle, seja por sua ação direta¹. Além disso, a desatenção, durante o procedimento de qualquer que seja o membro da equipe, seja por negligência ou por exaustão devido a uma carga excessiva de trabalho, pode estar na origem de eventos de extrema gravidade.

Os hospitais que realizam esse tipo de procedimento e as instituições de ensino devem criar um sistema articulado capaz de oferecer educação continuada, além de outros mecanismos de incentivo pela melhoria da assistência prestada. Entretanto, nenhum dispositivo de segurança substitui a comunicação constante entre os membros da equipe, desde o planejamento, até a execução e o término

do procedimento. A CEC é determinada pelo trabalho em equipe e este deve ser fundamentado na adesão de todos os profissionais que participam do procedimento.

Conclusão

A partir da análise criteriosa dos dados levantados, pode-se concluir que a CEC oferece riscos cerebrovasculares comumente esperados em cirurgias de grande porte. Porém, suas peculiaridades favorecem significativamente a ocorrência de complicações neurológicas, fazendo jus a tal relação frequentemente encontrada no fundamento teórico de artigos correlatos.

A metodologia aplicada para seleção dos estudos não contempla a análise acerca das complicações neurológicas no perioperatório não relacionadas ao uso da CEC, pois destoa em parte do objeto desta pesquisa. Portanto, é importante ressaltar que este estudo identifica a ocorrência de complicações neurológicas e os principais mecanismos responsáveis pela injúria cerebral influenciados pela CEC, conforme a amostra pesquisada.

As especificidades desse procedimento levantadas neste trabalho que reforçam a incidência de lesões neurológicas por isquemia e reperfusão foram:

- alterações do fluxo de distribuição sanguínea;
- hipóxia prolongada possibilitada parcialmente com o advento da CEC, que intensifica uma cascata de eventos induzindo mais vasoconstrição;

- SIRS induzida pela liberação de mediadores inflamatórios após estresse mecânico sobre os elementos figurados, durante a mudança do regime do fluxo sanguíneo;
- microembolias de detritos ateromatosos, trombos intracardíacos e ar.

Esta última especificidade pode ser oriunda de várias situações incluídas no manuseio da CEC já referidas.

Após a coleta e análise da amostra pesquisada, consideramos que os efeitos da CEC sobre o organismo humano, entre eles os que determinam as complicações neurológicas, ainda não estão inteiramente elucidados. Novos estudos fisiopatológicos são necessários para consolidar essa área do conhecimento e permitir o surgimento de técnicas capazes de reduzir a incidência e a extensão das lesões neurológicas.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de tese de especialização de Natia de Freitas Barbosa pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Referências

1. Souza MHL, Elias, DO. Fundamentos da circulação extracorpórea. 2ª ed. São Paulo: Centro Editorial Alfa Rio; 2006.
2. Barbosa RAG, Carmona MJC. Avaliação da função pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea. Rev Bras Anestesiol. 2002; 52 (6): 689-99.
3. Nogueira CRSR, Hueb W, Takiuti ME, Girardi PBMA, Nakano T, Fernandes F, et al. Qualidade de vida após revascularização cirúrgica do miocárdio com e sem circulação extracorpórea. Arq Bras Cardiol. 2008; 91 (4): 238-44.
4. Brasil LA, Gomes WJ, Salomão R, Fonseca JHP, Branco JNR, Buffolo E. Uso de corticóide como inibidor da resposta inflamatória sistêmica induzida pela circulação extracorpórea. Rev Bras Cir Cardiovasc. 1999; 14 (3): 254-68.
5. Auler Junior JOC, Chiaroni S. Circulação extracorpórea: prevenção e manuseio de complicações. Rev Bras Anestesiol. 2000; 50 (6): 464-9.
6. Kirklin JK, George JF, Holman W. The inflammatory response to cardiopulmonary bypass. In: Gravile G, Davis RF, Utley JR. (editors). Cardiopulmonary bypass: principles and practice. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993. p. 233-48.
7. Newman MF, Kirchner JL, Phillips-Butt B, Gaver V, Grocott H, Jones RH, et al. Longitudinal assessment of neurocognitive function after coronary artery bypass surgery. N Eng J Med. 2001; 344 (6): 395-402.
8. Harringer W. Capture of particulate emboli during cardiac procedures in which aortic cross-clamp is used: International Council of Emboli Management Study Group. Ann Thorac Surg. 2000; 70 (11): 19-23.
9. Loop FD, Blauth CI, Arnold JV, Schulemberg WE, McCartney AC, Taylor KM. Cerebral microembolism during cardiopulmonary bypass: retinal microvascular studies in vivo with fluorescein angiography. J Thorac Cardiovasc Surg. 1988; 95 (4): 668-76.
10. Tardini DMS, Yoshida WB. Lesões cerebrais decorrentes de isquemia e reperfusão na cirurgia de endarterectomia de carótida. J Vasc Br. 2003; 2 (2): 119-28.
11. Lelis RGB, Auler Jr JOC. Lesão neurológica em cirurgia cardíaca: aspectos fisiopatológicos. Rev Bras Anestesiol. 2004; 54 (4): 607-17.
12. Beyea SC. Writing an integrative review. AORN Journal. 1998; 67 (4): 877-80.
13. Stetler CB, Morsi DRS, Roughton SL, Corrigan B, Fitzgerald J, Goiuliano K, et al. Utilization-focused integrative reviews in a nursing service. Appl Nurs Res. 1998; 11 (4): 195-206.
14. Toro AG. Enfermería basada en la evidencia: como incorporar la investigación a la práctica de los cuidados. Granada: Fundación Index; 2001.
15. Grey M. Desenhos experimentais e quase-experimentais. In: Lobiondo-Wood G, Haber J. Pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação crítica e utilização. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara-Koogan; 2001. p. 98-109.
16. Associação Médica Mundial. Declaração de Helsinque. In: 41ª Assembléia Médica Mundial, Hong Kong; 1989.
17. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 196. Brasília; 1996.
18. Smith WS, Mapstone M. Does extracorporeal circulation harm the brain? Neurology. 2005; 65 (7): 978-9.
19. Yoda M, Nonoyama M, Shimakura T. Cerebral perfusion during off-pump coronary artery bypass grafting. Surg Today. 2004; 34 (6): 501-5.
20. Hernández I, Gómez FJ, Marcos RC. Hemorragia cerebral tras cirugía cardíaca

Atualização Clínica

- con circulación extracorpórea. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 2004; 51 (2): 115-7.
21. Yacoubian V, Jyrala A, Kay GL. Directed retrograde cerebral protection during moderate hypothermic circulatory arrest. *Tex Heart Inst J*. 2006; 33 (4): 452-4.
22. Hernández Fleta JL, Uría Rivera T, Santamaría Montila S, Serrano Quintana I. Psychiatric pathology after extracorporeal cardiac surgery: a case report of tardive postoperative cognitive dysfunction. *Actas Luso Esp Neurol Psiquiatr Cienc Afines*. 1998; 26 (4): 273-6.
23. Noé E, Alegre M, Otano M, Castro P. Parálisis supranuclear de la mirada tras cirugía extracorpórea con hipotermia inducida: a propósito de dos casos. *Neurología*. 2000; 15 (1): 35-8.
24. Cengiz P, Seidel K, Rycus PT, Brogan TV, Roberts JS. Central nervous system complications during pediatric extracorporeal life support: incidence and risk factors. *Crit Care Med*. 2005; 33 (12): 2817-24.
25. Chow C, Koirala B, Armstrong D, McCrindle B, Bohn D, Edgell D, et al. Predictors of mortality and neurological morbidity in children undergoing extracorporeal life support for cardiac disease. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2004; 26 (1): 38-43.
26. Soltoski PR, D'ancona G, Barrozo CAM, Sant'anna FM, Pereira AW, Bergsland J, et al. Enzimas miocárdicas na cirurgia de revascularização sem circulação extracorpórea. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2000; 15 (2): 105-8.
27. Foltan M, Philipp A, Birnbaum D. Extended use of ECC. *Perfusion*. 2007; 22 (3): 173-8.
28. Moser DJ, Ferneyhough KC, Bauer RM, Arndt S, Schultz SK, Haynes WG, et al. Unilateral vs. bilateral ultrasound in the monitoring of cerebral microemboli. *Ultrasound Med Biol*. 2001; 27 (6): 757-60.
29. Busch T, Sirbu H, Aleksic I, Stamm C, Zenker D, Dalichau H. Anterior ischemic optic neuropathy: a complication after extracorporeal circulation. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 1998; 4(6): 354-8.
30. Mora C. Estrategias preventivas del daño cerebral durante la circulación extracorpórea. *Rev Colomb Anestesiol*. 1997; 25 (2): 139-43.
31. Deklunder G, Prat A, Lecroart JL, Roussel M, Dauzat M. Can cerebrovascular microemboli induce cognitive impairment in patients with prosthetic heart valves? *Eur J Ultrasound*. 1998; 7(1): 47-51.
32. Dabrowski W. Changes in intra-abdominal pressure and central venous and brain venous blood pressure in patients during extracorporeal circulation. *Med Sci Monit*. 2007; 13 (12): 548-54.
33. Short BL. The effect of extracorporeal life support on the brain: a focus on ECMO. *Semin Perinatol*. 2005; 29 (1): 45-50.
34. Ueda Y, Okita Y, Aomi S, Koyanagi H, Takamoto S. Retrograde cerebral perfusion for aortic arch surgery: analysis of risk factors. *Ann Thorac Surg*. 1999; 67 (6): 1879-82; discussion 1891-4.
35. Lobo Filho JG, Leitão MCA, Lobo Filho HG, Soares JPH, Magalhães GA, Leão Filho CSC, et al. Cirurgia de revascularização coronariana esquerda sem CEC e sem manuseio da aorta em pacientes acima de 75 anos: análise das mortalidades imediata e a médio prazo e das complicações neurológicas no pós-operatório imediato. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2002; 17 (3): 208-14.
36. Remadi JP, Marticho P, Butoi I, Rakotoarivelo Z, Trojette F, Benamar A, et al. Clinical experience with the mini-extracorporeal circulation system: an evolution or a revolution? *Ann Thorac Surg*. 2004; 77 (6): 2172-6.
37. Valenzuela-Flores AG, Valenzuela-Flores AA, Ortega-Ramírez JA, Penagos-Paniagua M, Pérez-Campos JP. Alteraciones fisiopatológicas secundarias a circulación extracorpórea en cirugía cardíaca. *Cir Ciruj*. 2005; 73 (2): 143-9.
38. Moura HV, Pomerantzeff PMA, Gomes WJ. Síndrome da resposta inflamatória sistêmica na circulação extracorpórea: papel das interleucinas. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2001; 16 (4): 376-87.
39. Gilutz H. Extracorporeal circulation. *Circulation*. 1998; 97 (1): 117.
40. Van Heijst AF. Pediatric extracorporeal life support and central nervous system injury. *Crit Care Med*. 2005; 33 (12): 2854-5.
41. Whitaker DC, Stygal J, Hope-Wynne C, Walesby RK, Harrison MJ, Newman SP. A prospective clinical study of cerebral microemboli and neuropsychological outcome comparing vent-line and auto-venting arterial line filters: both filters are equally safe. *Perfusion*. 2006; 21 (2): 83-6.
42. Martens S, Dietrich M, Doss M, Deschka M, Keller H, Moritz A. Behavior of gaseous microemboli in extracorporeal circuits: air versus CO₂. *Int J Artif Organs*. 2006; 29 (6): 578-82.
43. Sato Y, Ishikawa S, Otaki A, Takahashi T, Hasegawa Y, Koyano T, et al. Postoperative brain complications following retrograde cerebral perfusion. *Surg Today*. 1999; 29 (10): 1034-9.
44. Gravlee GP, Davis RF, Utley JR. *Cardiopulmonary Bypass. Principles and Practice* [Preface]. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993.
45. Mejak BL, Stammers A, Rauch E, Vang S, Viessman T. A retrospective study on perfusion incidents and safety devices. *Perfusion*. 2000; 15: 51-61.