

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO AUTOMATIZADO PARA O PROCEDIMENTO DA EXSANGUÍNEOTRANSFUSÃO

P.Q.Frota¹ quariguazypaty@gmail.com

J.D.Viana² josianedantas@fieb.org.br

P.R.F.Neves² paulon@fieb.org.br

¹Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, BA, Brasil.

²Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC, BA, Brasil. ²Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC, BA, Brasil.

Resumo: A Doença Hemolítica do Recém-Nascido consiste na hemólise eritrocitária fetal devido à sensibilização dos anticorpos maternos através da via placentária. É a patologia mais frequentemente encontrada em pacientes neonatais. Aproximadamente 98% dos casos de aloimunização materna por antígenos eritrocitários são devido ao fator RhD. Este estudo visa desenvolver um dispositivo automatizado para realização do procedimento da exsanguíneotransfusão. O projeto foi estruturado em quatro etapas. A primeira está relacionada à busca de referenciais teóricos baseados em artigos científicos e livro-textos, relacionados a terapêutica transfusional no recém-nascido. A segunda etapa na elaboração do dispositivo constituindo itens relacionados à sua montagem e estruturação. A terceira etapa relacionada às programações de funcionamento do dispositivo com inclusão de programações específicas relacionadas à execução do procedimento. E por último, na quarta etapa, a realização dos testes constatando o propósito da troca da volemia no ciclo total realizado no procedimento da exsanguíneotransfusão. A inclusão de novas tecnologias na área da saúde busca proporcionar maior segurança ao paciente, substituindo os procedimentos atualmente realizados manualmente, reduzindo o tempo do procedimento e a exposição do recém-nascido. A fototerapia é a alternativa terapêutica de primeira opção no tratamento da icterícia, no entanto, nos casos de não resolução, recorre-se à exsanguíneotransfusão. A criação de um dispositivo automatizado capaz de resolver esta problemática de forma prática, segura, eficaz e complementar será o propósito apresentado neste projeto.

Palavras-chave: Dispositivo Automatizado, Doença Hemolítica do Recém Nascido, Eritroblastose Fetal, Exsanguíneotransfusão, Icterícia Neonatal, Kernicterus.

1. INTRODUÇÃO

A Eritroblastose Fetal, ou Doença Hemolítica do Recém-Nascido é uma doença hemolítica ocasionada pela incompatibilidade entre o Fator Rh do sangue materno e fetal. Ocorre quando o fator Rh do feto é positivo e o da mãe é negativo, desencadeando a produção de anticorpos anti-Rh no organismo materno para combater o agente Rh do feto. Atualmente, mesmo com a introdução da imunoglobulina anti-Rh (RhIg) a incompatibilidade por Rh(D) ainda é a mais comum.⁽¹⁾

Entre os caucasianos e americanos de origem africana nos Estados Unidos, a incompatibilidade com relação ao antígeno D ocorre em aproximadamente 10% de todas as gestações; 60 a 70% das mulheres D negativas terão um bebê D positivo. Antes do uso rotineiro de profilaxia com Globulina Imune Rh (RhIG) na prática obstétrica, aproximadamente 15% das mulheres D negativas desenvolviam anti-D. O anti-D é ainda um dos anticorpos mais comuns associados a DHRN, ocorrendo ao redor de um para 1.000 nascidos, embora a taxa tenha diminuído dramaticamente a partir de 1968 com a introdução da RhIG. Essas estatísticas refletem com precisão o declínio na incidência do anti-D, mas subestimam a atual contribuição da DHRN, porque as mortes intra-uterinas precoces não são detectadas, enquanto as neonatais podem ser atribuídas às outras complicações prevalentes.⁽²⁾

No início da gravidez recomenda-se a identificação do tipo sanguíneo materno para o sistema ABO e RhD, além disso, uma triagem para anticorpos anti-eritrocitários irregulares é realizada. O diagnóstico de isoimunização pelo sistema Rh é feito baseado na detecção de anticorpos anti-D no soro materno. O teste de Coombs Indireto é o teste de escolha para fins diagnósticos, pois é o mais preciso para determinar a titulação de anticorpos.⁽³⁾

A isoimunização RH começa a ser estudada a partir dos dados anteriormente obtidos, sendo investigada através de exames laboratoriais para identificar a presença de anticorpos presentes no sangue da mãe. O tratamento para

isoimunização irá depender do grau de anemia em que o feto se encontra, porém, é de vital importância que esta gestante realize um acompanhamento especial em seu pré-natal, além de mensurar a gravidade do problema programando o parto para que sejam evitadas sequelas mais sérias.⁽⁴⁾

A fototerapia constitui a primeira linha de tratamento para a icterícia neonatal e pode evitar a exangüineotransfusão. Entretanto, a exangüineotransfusão torna-se necessário quando a fototerapia, primeira linha de tratamento para a icterícia neonatal, falha em promover a redução adequada dos níveis de bilirrubina ou quando a bilirrubina sérica inicial encontra-se em níveis tão elevados que impliquem em alto risco de o recém-nascido desenvolver Kernicterus.⁽⁵⁾

As atividades inovadoras no setor saúde caracterizam-se por uma forte interação com o setor científico. Por um lado, a infraestrutura científica é origem de um fluxo de informações que apoia o surgimento de inovações que afetam a prática médica e a saúde: em linhas gerais, novos medicamentos, novos equipamentos, novos procedimentos clínicos, novas medidas profiláticas e novas informações. Por outro, a prática médica e a atuação do setor saúde em geral são origens de um fluxo de informações inverso e constitui-se em um enorme e crescente repositório de questões, achados empíricos e práticas bem-sucedidas que precisam ser explicadas e compreendidas.⁽⁶⁾

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo discutir sobre o tema da DHRN de forma a apresentar as características da doença, soluções terapêuticas utilizadas, assim como a apresentação de dispositivos que possam auxiliar o tratamento terapêutico da exsanguineotransfusão utilizando métodos inovadores associados às tecnologias em saúde. A atualização nesta área do cuidado referente à absorção de tecnologias busca agregar segurança ao paciente em seus procedimentos e confiança associada a uma menor sobrecarga psicológica, exaustiva e braçal, para os profissionais de saúde. Esta proposta apresentada perante a rotina neonatal é o que propõe o dispositivo automatizado na realização do procedimento da exsanguineotransfusão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História da imunohematologia na descoberta da Doença Hemolítica do Recém-Nascido – DHRN

Embora desde o século XVII tenham sido observadas as mudanças no feto e no recém-nascido, não foi senão em 1939 que Levine e Stetson publicaram uma reação transfusional decorrente da transfusão do sangue do marido a uma mulher, depois do parto. Esses autores postularam que a mãe havia sido imunizada contra o antígeno do pai através do feto. Logo depois, em 1940, Landesteiner e Wiener realizaram os experimentos de imunização de coelhos e cobaias contra eritrócitos de macacos rhesus. Usando o soro desses experimentos, Levine demonstrou que a mãe que havia sofrido a reação transfusional era rhesus-negativa, e o pai, rhesus-positivo. Além disso, o soro da mãe aglutinava os eritrócitos do pai.⁽⁷⁾

São poucos os estudos que analisam, no Brasil, a incidência da doença hemolítica perinatal, agravo causado pela ação hemolítica de anticorpos maternos contra antígenos das hemácias fetais e que resulta em anemia hemolítica fetal e neonatal. Embora a introdução na prática clínica da imunoglobulina anti-Rh(D) tenha consideravelmente diminuído a incidência da doença, algumas evidências sugerem ser ainda elevado o número de casos, mesmo em países desenvolvidos.⁽⁸⁾

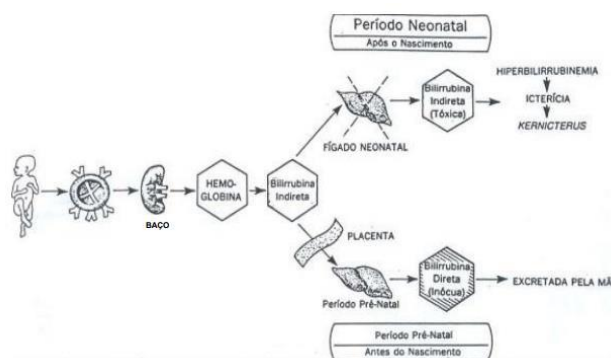
2.2 Doença Hemolítica do Recém-Nascido - DHRN

A passagem transplacentária de anticorpos contra as células sanguíneas do feto, a partir da décima semana de gestação, pode causar destruição (hemólise) prematura dessas células, levando à anemia fetal. Essa condição é chamada de DHRN. Das formas clínicas de hemólise mediada por anticorpos IgG, a DHRN é a mais complexa porque envolve a produção de anticorpos em um indivíduo e destruição celular em outro. Normalmente, os sistemas sanguíneos materno e fetal não se misturam, mas pode ocorrer uma hemorragia materno-fetal transplacentária. Essa hemorragia ocorre na maioria das vezes durante o parto, mas pode ocorrer espontaneamente durante a gravidez, principalmente do terceiro trimestre ou após procedimentos invasivos ou abortos.^(3,5)

A DHRN pode ser classificada como afecção leve, moderada ou grave levando em consideração as suas manifestações clínicas. Classificada como doença leve porque apresenta anemia leve com ou sem icterícia. Na moderada a criança apresenta anemia grave e icterícia podendo apresentar hepatoesplenomegalia, edema e palidez. Já na grave, há morte intra-uterina por disfunção hepática e hidropisia fetal. O diagnóstico pode ser realizado tanto no período gestacional como após o nascimento e é concluído através de vários exames como a pesquisa de anticorpos fixados sobre as hemácias (Teste de Antiglobulina Direta – TAD), Eluição que serve para remover os anticorpos presentes na membrana dos eritrócitos para identifica-los posteriormente, pesquisa de anticorpos no soro (Pesquisa de Anticorpos Irregulares – Coombs Indireto ou PAI), entre outros.⁽⁹⁾

As tabelas devem ser centralizadas. Elas são referidas por “Tab. 1” no meio de uma frase, ou por “Tabela 1” quando usada no início de uma sentença. A legenda deve ser centralizada e localizada imediatamente acima da tabela. Anotações e valores numéricos nela incluídos devem ter tamanhos compatíveis com o da fonte usada no texto do trabalho, e todas as unidades devem ser expressas no sistema S.I. (métrico). As unidades são incluídas apenas na primeira linha ou primeira coluna de cada tabela, conforme for apropriado. As tabelas devem ser colocadas tão perto quanto possível de sua primeira citação no texto. Uma linha em branco, em espaço simples, deve ser introduzida entre a tabela, seu título e o texto.

Figura 1: Metabolismo da bilirrubina do recém-nascido e feto



Fonte: Harmening (2006)

2.3 Fototerapia

A fototerapia é uma modalidade terapêutica empregada para tratamento de várias dermatoses.⁽¹⁰⁾ Usada a mais de 50 anos, a fototerapia não tem uma relação de mecanismos de fotodegradação ainda conhecidos, porém é bastante difundido e aceito. Seu uso deve ser concomitante a avaliações laboratoriais, para que se evidencie a causa da hiperbilirrubinemia, que é um problema clínico mais frequente no período neonatal. A fototerapia aumenta a degradação da bilirrubina na pele por fotoxidação. Ela está contraindicada para pacientes com bilirrubina conjugada elevada. A icterícia na pele não é um meio confiável para obtenção de níveis séricos. Porém, também existem alternativas de tratamento como a exangüíneotransusão e a utilização de medicamentos capazes de acelerar o metabolismo e sua excreção.⁽¹¹⁾

As complicações pela utilização da fototerapia e seus efeitos colaterais são: erupção cutânea, queimaduras, termorregulação, efeitos sobre a retina, efeito sobre o trato gastrointestinal, efeito sobre a velocidade do fluxo sanguíneo cerebral, alterações comportamentais e efeitos sobre a relação bebê-família e a síndrome do bebê bronze. No caso de incompatibilidade Rh e às vezes ABO, a fototerapia deverá ser utilizada como coadjuvante e a exangüíneotransusão o tratamento mais apropriado.⁽¹²⁾

Figura 2: Recém-Nascido no uso da fototerapia portátil.



Fonte: Google Imagens

Figura 3: Recém-Nascido no uso da fototerapia em incubadoras.



Fonte: Google Imagens

2.4 Exangüíneotransusão

A exangüíneotransusão foi à primeira terapia de sucesso instituída para tratar a icterícia neonatal grave. Apesar de a exangüíneotransusão ser considerada um procedimento seguro, ela não isenta de riscos e apresenta índices de mortalidade variando entre 0,5 e 3,3%. Os níveis de bilirrubina para indicar a exangüíneotransusão permanecem controversos, uma vez que a incidência de encefalopatia bilirrubínica também depende de outras variáveis como a idade gestacional, a presença ou não de hemólise e quadro clínico do recém-nascido. As recomendações atuais para se realizar a exangüíneotransusão baseiam-se no balanço entre os riscos para ocorrência da encefalopatia e os eventos adversos relacionados ao procedimento.⁽¹³⁾

A decisão de iniciar uma exangüíneotransusão se passa pela urgência de baixar os valores de bilirrubina circulante e promover o *turnover*, entre esta e os tecidos, de modo a que não ponha em risco de lesão o sistema nervoso central do recém-nascido.⁽¹⁴⁾

Eventos adversos podem ocorrer após a realização do procedimento e que a ele pudessem ser atribuídos. Entretanto, não se pode afirmar com certeza que todas as condições clínicas consideradas eventos adversos atribuídos ao procedimento estivessem certamente a ele associados, uma vez que, na maioria das vezes, tais eventos ocorreram em pacientes com condições clínicas instáveis antes da exangüineotransfusão.⁽¹⁵⁾

2.5 Encefalopatia Bilirrubínica (KERNICTERUS)

A patogenia de kernicterus é altamente complexa, e seu risco está relacionado com uma multiplicidade de fatores, como: a baixa hidrossolubilidade da bilirrubina e sua tendência a sofrer agregação e precipitar o pH fisiológico (ácido), a capacidade da bilirrubina de atravessar livremente a barreira hematoencefálica, juntamente com a prematuridade, a acidose metabólica, hipoglicemia, hipotermia e sepse podem agravar a neurotoxicidade da bilirrubina mesmo com níveis menos elevados.⁽¹⁶⁾

3. INOVAÇÃO E TECNOLOGIA EM SAÚDE

Tecnologia pode ser definida, de uma forma muito simples e genérica, como conhecimento aplicado. No caso da saúde, ela é conhecimento aplicado que permite a prevenção, o diagnóstico e o tratamento das doenças, e a reabilitação de suas consequências.⁽¹⁷⁾

O setor saúde, fortemente influenciado pelo paradigma da ciência positiva, tem sido sensível à incorporação tecnológica do tipo material, para fins terapêuticos, diagnósticos e de manutenção da vida, utilizando os conhecimentos e produtos da informática, novos equipamentos e materiais, mas tem sido menos agressivo na utilização de inovações do tipo não material, em especial das inovações no campo da organização e relações de trabalho.⁽¹⁸⁾

A tecnologia não é vista apenas na perspectiva de um produto palpável, mas como resultado de um trabalho que envolve um conjunto de ações abstratas ou concretas que apresentam determinada finalidade, ou seja, o cuidado em saúde.⁽¹⁹⁾

Para o melhor entendimento e desenvolvimento do projeto, é necessário o estudo de conceitos teóricos pertinentes aos procedimentos manuais hoje utilizados na realização da técnica da exsanguineotransfusão. Embora alguns dos conceitos citados demandem um detalhamento mais extenso do tema para sua total compreensão, visando manter o foco principal, apenas as características mais relacionadas ao dispositivo serão apresentadas.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Materiais e Métodos

O estudo foi realizado dividido em quatro partes. A primeira etapa considerou a busca e seleção de artigos científicos publicados referentes ao tema, nos idiomas em português e inglês, além de uma análise exploratória para o reconhecimento dos conteúdos que interessavam à pesquisa de maneira geral. Artigos que abordassem outras patologias associados à DHRN, foram excluídos deste trabalho.

Na segunda etapa iniciou-se o desenvolvimento do protótipo relacionado ao dispositivo automatizado para o procedimento do exsanguineotransfusão. Nesta, o pensamento para elaboração do dispositivo iniciou-se com a reunião de materiais essenciais, como por exemplo, bolsas descartáveis de hemocomponentes, equipos, seringas, “tree-ways”, para a criação e evolução do dispositivo automatizado. Ainda nesta etapa, como um quebra-cabeça, foram criados pequenos suportes, rolamentos e compartimentos específicos do dispositivo em impressora 3D, para posicionando, adaptação e encaixe destes itens acima mensurados.

Na terceira etapa, foi inserido o dispositivo na bancada experimental para simulação da infusão do sangue no RN. A programação da rotação das válvulas de “tree-ways” relacionadas ao processo de infusão e descarte saíram da concepção teórica do sistema para experimentação prática, possibilitando não somente a evidência do funcionamento do dispositivo, como a programação do tempo de infusão e a determinação prévia do volume do hemocomponente infundido. Positivamente, despertou-se neste momento a preocupação referente à segurança no descarte correto do hemocomponente gerado ao final do procedimento da exsanguineotransfusão.

Por último, na quarta etapa, foram realizados testes com o sistema. Nestes, foram processados com a inclusão das bolsas de hemocomponentes adaptadas ao sistema, onde em seu interior havia conteúdos líquidos coloridos, para demonstração fidedigna do procedimento e seu funcionamento. Além disso, foram desenvolvidas e incluídas as programações de START/ON, PAUSE e STOP, para funcionamento e segurança do dispositivo, em caso de constatação de possíveis complicações intrínsecas, que venham ocorrer durante o procedimento automatizado, garantindo a integridade do recém-nascido.

Com isso, este dispositivo funcional, infusor alternativo de quatro ciclos, pretende realizar, através de um estudo descritivo, experimental, o procedimento automatizado da exsanguineotransfusão. Primariamente tem-se a criação de um protótipo, e posteriormente, em estudos futuros, este de forma aprimorada, será testado em recém-nascidos comprovando sua segurança e eficácia em tratamentos hemoterápicos específicos.

4.2 Registro

Para o registro do dispositivo, inicialmente foi encaminhada ao Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública a Notificação de Invenção preenchida online. Em resposta, o NIT aprovou o “Parecer de Viabilidade de Proteção Intelectual” referente ao agora intitulado “Dispositivo automatizado para exsanguíneotransusão”.

Conforme o parecer na busca minuciosa de anterioridade, foram encontrados, ao todo, sete patentes que tratavam do tema escolhido, passíveis de registro na modalidade como processamento para realização da exsanguíneotransusão, porém não com o mesmo propósito. Dos trabalhos avaliados, apenas, como sistema de controle, na atividade relacionada à automatização do procedimento da exsanguíneotransusão foi identificado a patente de número 6 (PI 0404065-1 A) Data do Depósito: 21.09.2004, que se aproxima um pouco da proposta da dissertação.

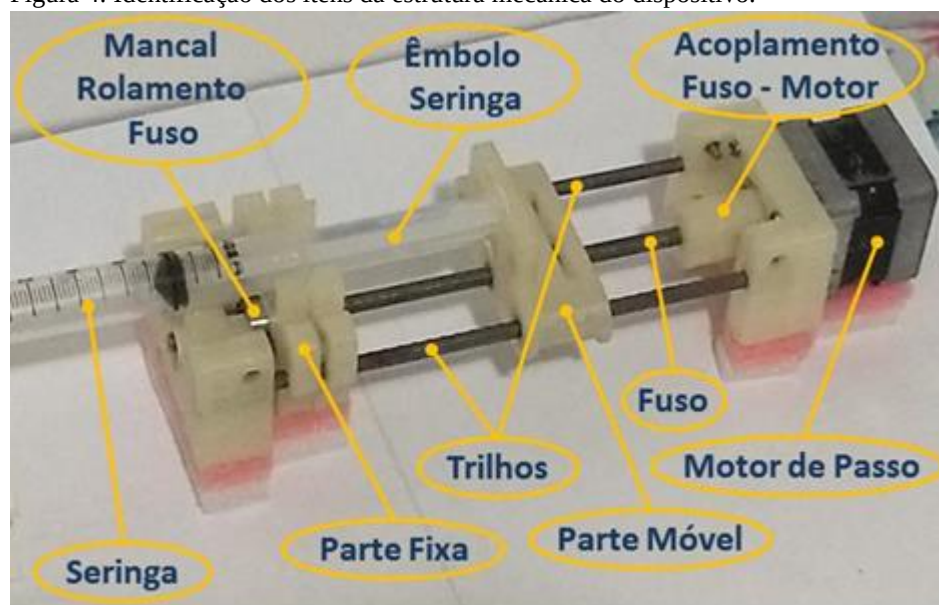
4.3 Concepção

O dispositivo experimental desenvolvido trata-se de um infusor alternativo de quatro ciclos que irá substituir o trabalho manual realizado, hoje pela equipe médica, no procedimento de exsanguíneotransusão. O objetivo principal é de garantir que a volemia e a velocidade de infusão e retirada de sangue do paciente seja uniforme e que o sequenciamento das válvulas seja realizado com maior confiabilidade. Essas garantias protegem o paciente no que diz respeito ao não colapamento (Estreitamento das paredes dos vasos sanguíneos quando submetidos a uma pressão negativa) da veia umbilical de acesso, hemólise na infusão do sangue e redução do tempo de realização do procedimento. O protótipo foi testado inicialmente com bolsas contendo água pigmentada com cores distintas, facilitando a visualização da troca de “sangue”.

4.4 Composição Detalhada do Dispositivo

O dispositivo experimental é composto por uma estrutura mecânica (parte fixa e móvel) em material polimérico, um fuso e dois trilhos em aço. Uma extremidade do fuso é acoplada a um rolamento fixado na parte fixa e a outra acoplada ao motor de passo que converte o movimento de rotação do motor em movimento linear fazendo com que a parte móvel desloque o êmbolo da seringa, conforme Figura 4.

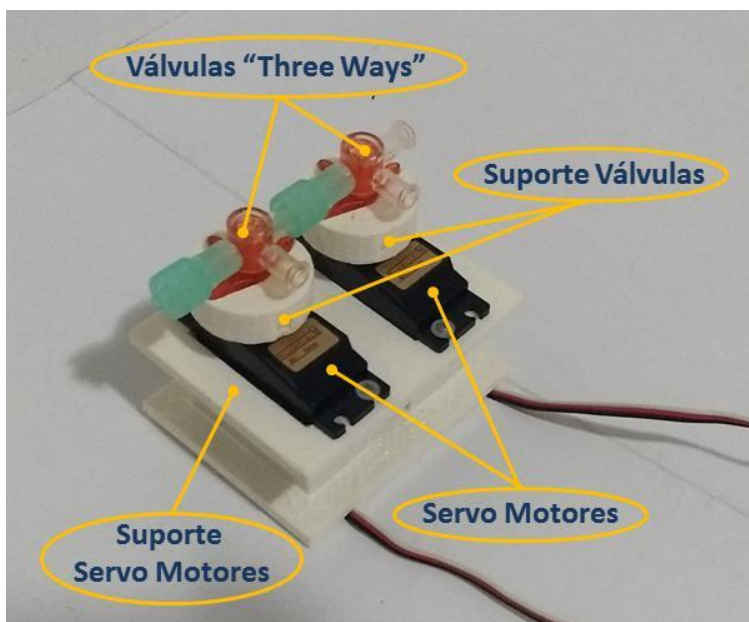
Figura 4: Identificação dos itens da estrutura mecânica do dispositivo.



Fonte: Produção da própria autora

Outra parte do dispositivo é composta por dois servo motores fixados em uma estrutura rígida e acoplados a dois suportes para conexão das válvulas “three ways”. Conforme Figura 5.

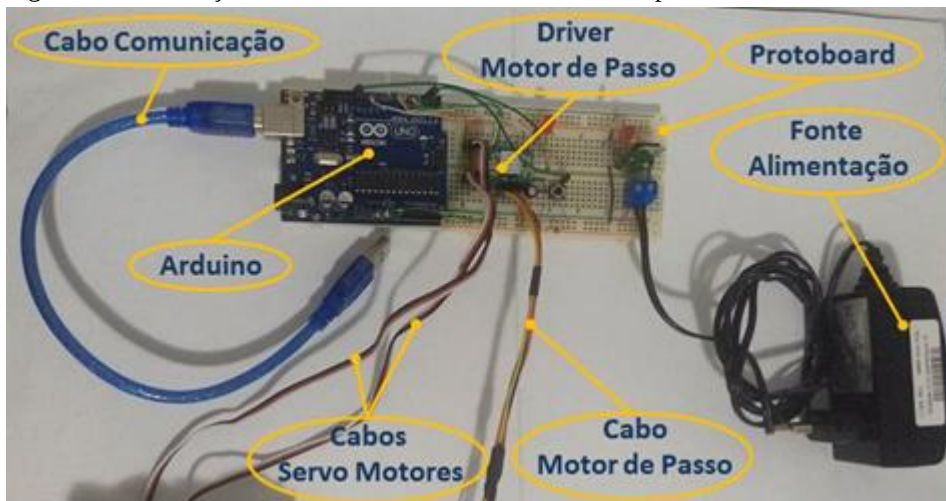
Figura 5: Identificação dos itens da estrutura giratória do dispositivo.



Fonte: Produção da própria autora

O circuito eletrônico do dispositivo é composto por um Arduino Uno, um driver de motor de passo A4988, fonte de alimentação, cabo de comunicação e outros componentes eletrônicos (Leds, resistores, botões, etc.). Todos os componentes foram montados sobre uma placa de ensaio para montagem de circuitos eletrônicos (protoboard), conforme Figura 6.

Figura 6: Identificação dos itens do circuito eletrônico do dispositivo



Fonte: Produção da própria autora

A fonte de alimentação fornece energia para o circuito (12VDC) e o cabo de comunicação é utilizado como interface entre o computador e o Arduino para descarregar o programa. Este cabo também pode ser utilizado como fonte de alimentação para o Arduino. Os cabos dos servo motores e motor de passo são responsáveis pela comunicação entre eles e a placa de circuito eletrônico (Protoboard).

O programa que irá controlar os terminais e as ações do Arduino pode ser desenvolvido no software chamando Arduino IDE (disponível em: <https://arduino.cc>). O software é livre e sua linguagem de programação é a wiring, derivada da linguagem C/C++.

4.5 Comandos do Dispositivo

Para o funcionamento do dispositivo foram inseridos os comandos, ON/START, STOP e PAUSE. O botão de ON/START quando pressionado iniciará o procedimento de exangueotransfusão. Em qualquer momento do experimento se o botão STOP for pressionado, o sangue que estiver na seringa, seja ele do RN ou do doador, será descartado e logo após o dispositivo parará e, também em qualquer momento do experimento, se o botão PAUSE for

pressionado, o dispositivo parará e, se pressionado novamente, o dispositivo voltará a funcionar do ponto em que parou. O botão de PAUSE deverá ser utilizado a qualquer momento que se deseje realizar uma pausa no procedimento para realização de qualquer ajuste e outros. O STOP deverá ser pressionado somente em momentos de emergência, se houver. Um sensor de conta gotas indicará quando a bolsa do doador estará vazia e automaticamente o dispositivo será desligado, finalizando o procedimento de exangüineotransusão.

4.6 Procedimento Experimental

O procedimento experimental se deu em bancada teste onde seu propósito final foi a constatação da técnica de substituição, ou seja, a comprovação da troca da volemia sanguínea corporal do recém-nascido pelo volume da bolsa do hemocomponente.

O tempo do procedimento foi dividido em quatro ciclos, sendo eles: a) tempo gasto na aspiração da bolsa do doador; b) tempo gasto na infusão do sangue no RN; c) tempo gasto na aspiração do sangue do RN; d) tempo gasto no descarte do sangue. Vale ressaltar que os ciclos “a” e “d” foram programados para serem mais rápidos em relação aos ciclos “b” e “c”, estes relacionados diretamente a retirada e infusão no RN.

Os testes foram realizados com uso de água pigmentada nas cores amarela e vermelha, sendo que a cor amarela representava o sangue do RN e a vermelha representava o sangue do doador.

4.7 Resultado dos testes

Após realização dos testes, as bolsas de descarte e do RN ficaram com a cor alaranjada, isso devido à mistura dos pigmentos nas cores amarela e vermelha. Com isso, demonstrou-se que houve troca parcial do sangue do RN como esperado, confirmando-se a eficácia do dispositivo automatizado. O tempo total para realização do procedimento, transcorrido a partir de acionado o comando ON/START até o término do conteúdo da bolsa do doador foi de 35 min para um volume de 300 mL contida na bolsa vermelha representando o doador. O tempo foi significativamente menor comparado ao tempo do procedimento realizado manualmente, o que foi conseguido ajustando o tempo nas etapas de aspiração da bolsa do doador e descarte do sangue, preservando por segurança o tempo nas fases de retirada e infusão conforme recomendado pelo Ministério da Saúde.

5. RESULTADOS

Desenvolveu-se um dispositivo automatizado, de fluxos alternativos em quatro ciclos, com capacidade potencial de substituir o procedimento manual da terapêutica de exangüineotransusão.

6. DISCUSSÃO

Este estudo está relacionado ao procedimento da exangüineotransusão na conduta terapêutica da DHRN. O procedimento manual representa uma conduta exaustiva, tensa e insegura por parte dos profissionais de saúde desde o princípio quando envolvidos, por exemplo, nos cálculos da volemia do hemocomponente infundido, o excesso de volume incorreto nas trocas, a velocidade de infusão e retirada do sangue para descarte, o controle na rotação correta das válvulas, os registros relacionados a cada movimento executado adaptado à seringa, a possibilidade de colapamento da veia umbilical no momento da aspiração do sangue, a possibilidade da embolia pulmonar relacionada à presença de ar na seringa durante o procedimento, o cuidado com o manuseio do cateter no coto umbilical e a possibilidade de infecção causada pelo procedimento invasivo.

Muitos estudos apontam que o procedimento da exangüineotransusão não está isento de riscos. São mencionados como complicações relacionadas a esta técnica de substituição volêmica a bradicardia, a apneia, a hipoglicemia, a hipocalcemia, a hiponatremia e a hipernatremia.⁽²⁰⁾

A mais grave das morbidades incluem hipocalcemia sintomática, apnéia e bradicardia com cianose requerendo ressuscitação. Estas complicações são comuns o suficiente para que a transfusão de troca, mesmo em recém-nascidos saudáveis, devam ser realizada apenas em Unidades de Terapias Intensivas Neonatais preparadas para responder a estes eventos.⁽²¹⁾

Numa época em que muitos prestadores de cuidados neonatais têm mais experiência com terapias avançadas, como alta frequência em ventilação, diálise, oxigenação por membrana extracorpórea do que com exangüineotransusão, um protocolo padronizado para a realização do procedimento pode ser uma ferramenta importante para diminuir o número de eventos adversos relacionados.⁽²²⁾

Embora um procedimento automatizado não elimine completamente as complicações da exangüineotransusão, e provavelmente possa trazer novos inconvenientes, acredita-se que este dispositivo trará maior segurança para a equipe, livrando-a de uma rotina cansativa e repetitiva, reduzindo a tensão depositada durante o procedimento manual. O dispositivo então assumindo estas ações disponibilizará maior tempo no cuidado humanizado prestado ao recém-nascido durante e após o procedimento, quando relacionados ao monitoramento das taxas bioquímicas do recém-nascido, aquecimento do berço e uso da fototerapia pós-procedimento, mantidas até que a patologia em questão seja normalizada.

A exemplo de outros equipamentos automatizados, como a infusão por bombas peristálticas, mecanismos de segurança incorporados ao equipamento garantirão total controle do volume a ser infundido por ciclo, tempo programado de infusão e retirada, controle de fluxo e velocidade de descartes independentes, assim como precaução contra entrada de ar, sensor de pressão de infusão e detector de obstrução.

Outra proposta apresentada no funcionamento do dispositivo está relacionada à redução na manipulação ao acesso venoso, diminuindo o risco de possíveis infecções.

Além disso, a preocupação quanto ao descarte adequado do sangue retirado proporcionando pontos positivos mensurados quanto ao plano de gerenciamento de resíduo nos serviços de saúde conforme exigências da lei.

7. CONCLUSÃO

Medidas preventivas como acompanhamento do pré-natal, atenção para o histórico familiar, principalmente da mãe, realização de testes clínicos e exames sorológicos corretos evitam o desenvolvimento da DHRN.

A fototerapia é a alternativa terapêutica de primeira opção no tratamento da icterícia, no entanto, nos casos da não resolução, recorre-se à exangüineotransfusão.

A criação de um dispositivo automatizado capaz de solucionar a problemática envolvida no procedimento manual da exangüineotransfusão de forma prática, segura, eficaz e complementar é o propósito apresentado neste projeto.

8. AGRADECIMENTOS

Ao SENAI/CIMATEC e a Faculdade Bahiana de Medicina Bahiana.

9. REFERÊNCIAS

1. Fetal, E., Silva Da Paixão, L., & Oliveira, M. L. (n.d.). A Eficácia da Utilização do Soro Antiglobulina Humana Anti-D na Prevenção da Eritroblastose Fetal The Effective ness of the use of the Anti-human Globulin Serum Anti-D on prevention of.
2. American Association of Blood Banks. Manual para Médicos. Transfusão Pediátrica. 1a.ed. 2006.
3. Pereira, Pâmela do Carmo Mesquita. Isoimunização Rh materna. Profilaxia, diagnóstico e tratamento: aspectos atuais. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Medicina da Bahia, 2012.
4. Anemia Fetal por Isoimunização RH. (n.d.). Retrieved from.
5. Machado, I. N., Barini, R., Doença Hemolítica Perinatal: aspectos atuais Perinatal hemolytic disease: current aspects. Ver. Ciênc. Méd., Campinas, jan./fev., 2006.
6. Albuquerque, E. D. M. E., Souza, S. G. A. D., & Baessa, A. R. (2004). Pesquisa e inovação em saúde: uma discussão a partir da literatura sobre economia da tecnologia. *Ciência & Saúde Coletiva*, 9, 277–294.
7. Harmening, M. Denise. Técnicas Modernas em Banco de Sangue e Transfusão. 4ª. ed.2006.
8. Lobato, G., Reichenheim, M. E., & Coeli, C. M. (2008). Sistema de informações hospitalares do sistema único de saúde (SIH-SUS): uma avaliação preliminar do seu desempenho no monitoramento da doença hemolítica perinatal Rh(D). *Cadernos de Saúde Pública*, 24(3), 606–614.
9. De, P., Taveira, A., & Rios, A., (n.d.). Doença Hemolítica do Recém Nascido causada pelo antígeno c Hemolytic disease of the newborn caused by antigen.
10. Duarte, I., Buense, R., & Kobata, C. (2006). Fototerapia. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, 81(1), 74–82.
11. Moreira VL, Sacramento CB, Alecrin AF et al. Neonatal Jaundice and phototherapy: the contribution of nurses to the effectiveness of treatment. ISSN 2175-5361.
12. Gomes, M. P., Silva, D., De, M., & Pereira Do Nascimento, J. (n.d.). Fototerapia no tratamento das hiperbilirrubinemias neonatais.
13. Amaral Sá, C. M., Cristina Santos, M. P., de Carvalho, M., & Elisabeth Moreira, M. L. (n.d.). Eventos Adversos associados à exangüineotransfusão na doença hemolítica perinatal: experiência de dez anos Adverse events related to exchange transfusion in new born in fants with hemolytic disease: tem years of experience.

14. Malono, J. Nabais, I. Cohen, A. Fraga, G. Gonçalves, S. Doença Hemolítica do Recém Nascido; Artigo de revisão. Consensos em Neonatologia.
15. Sá CAM, Santos MCP, Carvalho M, M. M. (2009). Eventos adversos associados à exsanguíneotransfusão na doença hemolítica perinatal: experiência de dez anos Adverse events related to exchange transfusion in newborn infants with hemolytic disease: ten years of experience. *Rev Paul Pediatr*, 27(2), 168–72.
16. Vinhal, R. M., Cardoso, T. R. C., & Formiga, C. K. M. R. (2009). ICTERÍCIA NEONATAL E KERNICTERUS : CONHECER PARA PREVENIR NEONATAL. *Revista Movimenta*, 2(3), 93–101.
17. Leila, C., Garcia, P., Garcia, L. P., & Zanetti-Ramos, B. G. (2004). Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança.
18. Santos, Z. M. D. S. A., frota, m. A., & martins, a. B. T. (2016). Tecnologias em saúde: da abordagem teórica a construção e aplicação no cenário do cuidado.
19. Trindade, D. L., Lorenzetti, J., Trindade, L. L., Pires, D. E. P., & Souza, F. R. R. (2012). Tecnologia, inovação tecnológica e saúde: uma reflexão necessária. *Texto Contexto Enferm*, 21(2), 432–9.
20. Sociedade Beneficente de Senhoras Hospital Sírio-Libanês. Guia de condutas hemoterápicas, Guia de Condutas Hemoterápicas (2010).
21. Behjati, S., Sagheb, S., Aryasepehr, S., & Yaghmai, B. (2009). Adverse events associated with neonatal exchange transfusion for hyperbilirubinemia. *Indian J Pediatr*, 76(1), 83–85.
22. Orme, R. L. E., & Eades, S. M. (1968). Perforation of the Bowel in the Newborn as a Complication of Exchange Transfusion. *British Medical Journal*, 4(5627), 349–351.

10. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED DEVICE FOR THE PROCEDURE OF THE EXCHANGE TRANSFUSION

P.Q.Frota¹ quariquazypaty@gmail.com

J. D.Viana² josianedantas@fieb.org.br

P.R.F.Neves² paulon@fieb.org.br

¹Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, BA, Brasil.

²Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC, BA, Brasil. ²Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia SENAI CIMATEC, BA, Brasil.

Abstract. Hemolytic disease of the newborn consists of fetal erythrocytic hemolysis due to the sensitization of maternal antibodies through the placental route. It is the pathology most often found in neonatal patients. Approximately 98% of cases of maternal alloimmunization by erythrocyte antigens are due to the RhD factor. This study aims to develop an automated device for performing the exchange transfusion procedure. The project was structured in four stages. The first is related to the search for theoretical references based on scientific articles and textbooks related to transfusion therapy in the newborn. The second stage in the elaboration of the device constituting items related to its assembly and structuring. The third step related to the operating schedules of the device with the inclusion of specific schedules related to the execution of the procedure. Finally, in the fourth stage, the tests were carried out, confirming the purpose of the blood volume change in the total cycle performed in the exchange transfusion procedure. The inclusion of new technologies in the health area seeks to provide greater patient safety by replacing the currently performed procedures manually, reducing the procedure time and exposure of the newborn. Phototherapy is the therapeutic alternative of first choice in the treatment of jaundice, however, in the cases of non-resolution, it is used exchange transfusion. The creation of an automated device capable of solving this problem in a practical, safe, effective and complementary way will be the purpose presented in this project.

Keywords: Haemolytic Disease of the Newborn, Fetal Erythroblastosis, Exchange Transfusion, Kernicterus.