



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778
Nº 5, volume 5, artigo nº 45, Julho/Dezembro 2019
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n5a45>
Edição Especial

ASPECTOS BIOFÍSICOS DA EMBOLIA PULMONAR

Amanda Ilgenfritz Krause¹

Acadêmica do 1º período de Medicina da Faculdade Redentor

Fernanda Cecília Rohen Sá Ayrão²

Acadêmica do 1º período de Medicina da Faculdade Redentor

Filipe Albano de Assis³

Acadêmico do 1º período de Medicina da Faculdade Redentor

Ludmilla Carvalho Rangel Resgala⁴

Doutora em Biotecnologia - RENORBIO/UFES

¹ Centro Universitário UniREDENTOR, Medicina, Itaperuna-RJ, amandailgenfrits@gmail.com

² Centro Universitário UniREDENTOR, Medicina, Itaperuna-RJ, fernandarohen833@gmail.com

³ Centro Universitário UniREDENTOR, Medicina, Itaperuna-RJ, filipealbanoassis@gmail.com

⁴ Centro Universitário UniREDENTOR, Medicina, Itaperuna-RJ, ludmilla@redentor.edu.br

Resumo

A Embolia Pulmonar (EP) ou tromboembolismo Pulmonar (TEP) é uma doença caracterizada por uma obstrução, parcial ou total, da circulação pulmonar, dessa forma, implicando de forma severa em dois dos órgãos mais importantes do organismo: o coração e o pulmão. A prevenção é determinada pelas necessidades e especificidades de cada paciente, englobando a prática de exercícios físicos e medidas profiláticas mecânicas e farmacológicas em condições de predisposição à doença, como pacientes hospitalizados. Além disso, atualmente, muitos dos fatores que a causam são comuns na população brasileira, como obesidade, imobilização prolongada, idade superior a 40 anos e gravidez. Com isso, ela ocupa a terceira posição das causas de mortes cardiovasculares no país e com o prevalente estilo de vida tendendo a obesidade e imobilização prolongada a EP será um problema cada vez mais presente com o passar do tempo (FINDELSTEIN *et al.*, 2012). Devido a importância da ampla compreensão sobre essa disfunção, o presente estudo tem como objetivo documentar os aspectos biofísicos relevantes para o campo médico que se inserem no quadro de EP, caracterizando, para isso, como a patologia se configura no organismo e descrevendo como diagnosticá-la e preveni-la. Utilizou-se, para essa finalidade, um método descritivo, compondo uma revisão bibliográfica sobre o assunto mediante informações de livros e artigos. A partir de nossa pesquisa, concluímos que, devido a EP ser uma doença de rápida progressão e alta taxa de mortalidade, a melhor forma de combatê-la é identificando os fatores de risco e adotando medidas profiláticas antes da patologia tomar proporções fatais.

Palavras-chave: Embolectomia, Escore de Wells, Efeito Venturi, Biofísica.

Abstract

Pulmonary Embolism (PE) or Pulmonary Thromboembolism (PTE) is a disease characterized by partial or total obstruction of the pulmonary circulation, this severely implies in two of the most important organs of the organism: the heart and the lung. Prevention is determined by the needs and specificities of each patient, encompassing the practice of physical exercises and prophylactic mechanical and pharmacological measures in conditions of predisposition to the disease, such as hospitalized patients. Moreover, currently, many of the factors that cause it are common in the Brazilian population, such as obesity, prolonged immobilization, age greater than 40 years and pregnancy. Consequently, it occupies the third position of the causes of cardiovascular deaths in the country and with the prevalent lifestyle tending to obesity and prolonged immobilization PE will be an increasing problem over time (FINDELSTEIN *et al.*, 2012). Due to the importance of a broad understanding of this dysfunction, the present study aims to document the relevant biophysical aspects to the medical field that fit the PE, characterizing, for this, how the pathology is configured in the body and describing how to diagnose and prevent it. Was used, for this purpose, a descriptive method, composing a bibliographic review about the subject through information of books and articles. Through our research, we conclude that, because it is a disease of

rapid progression and high mortality rate, the best way to combat it, is by identifying risk factors and adopting prophylactic measures before the problem takes fatal proportions.

Keywords: Embolectomy, Wells score, venturi effect, Biophysics.

INTRODUÇÃO

A embolia pulmonar (EP) ou tromboembolismo pulmonar (TEP) é uma doença comum e grave por sua letalidade e morbidade. É resultado da formação de um trombo formado no sistema venoso profundo que se desprende e atravessa as artérias direitas do coração, obstruindo a artéria pulmonar ou um dos seus ramos (VOLSCHAN *et al.*, 2004).

Nos Estados Unidos, estima-se o surgimento de 900.000 casos de TEP a cada ano, resultando em 300.000 mortes (CAPRINI, 2010). Ocupando a terceira posição das causas de mortes cardiovasculares no país, responsável por 5-10% dos óbitos em pacientes hospitalizados, sendo essa a principal causa de morte evitável nesses indivíduos. (PIPAVATH, 2008, *apud* NOSCHANG *et al.*, 2018). Já no Brasil são raros estudos, mas em um trabalho realizado em 24 anos de autópsias no Hospital Universitário em Botucatu, revelou que a prevalência dessa doença sem diagnóstico em vida foi de 84,6%, demonstrando que apesar dos avanços tecnológicos, o diagnóstico da EP continua sendo um desafio para a medicina (YOO *et al.*, 2004).

O diagnóstico de TEP são baseados na probabilidade clínica pré-teste, no uso do D-dímero e nos exames de imagem. Os principais métodos de imagem disponíveis para o diagnóstico são a radiografia simples de tórax, a angiografia pulmonar, a cintilografia ventilação-perfusão pulmonar, a ressonância magnética (RM) de tórax, a tomografia computadorizada (TC) de tórax e, mais recentemente, a TC com dupla energia (TCDE). Devido à gravidade e ao alto índice de mortalidade, este trabalho teve por objetivo realizar uma revisão de literatura acerca da EP caracterizando seus fatores de risco, principais sinais e sintomas, avaliações complementares, tratamentos e mecanismo biofísico envolvido em tal patologia.

MATERIAIS E MÉTODOS

No estudo presente abordado sucedeu uma pesquisa exploratória em relação à análise da EP, com a finalidade de realizar um artigo de revisão sobre essa doença. Para compor esse trabalho e validar os argumentos empregados, usou-se, então, de fontes qualitativas de pesquisa. Assim, foram utilizados documentos como artigos científicos originais e de revisão que são dos anos 1986, 2003, 2004 e 2018, revistas eletrônicas dos anos 1989, 1998, 2010 e 2016 e jornais dos anos 2005, 2010 e 2012.

DESENVOLVIMENTO

Fatores de risco

Os principais fatores de risco da EP de acordo com VOLPE *et al.* (2010) estão ligados à clássica Tríade de Risco de Virchow - Lesão ao endotélio vascular, estase venosa (diminuição no fluxo sanguíneo) e alterações na constituição do sangue (hipercoagulabilidade) - representando a relevância da genética e dos fatores externos, principalmente aos relacionados à procedimentos cirúrgicos, para surgimento do tromboembolismo pulmonar. Podendo dividi-los em função do grau de predisposição de risco e de se relacionarem à situação clínica ou do próprio paciente (Tabela 1).

Sendo considerado, portanto, de acordo VOLSCHAN *et al.* (2004), os principais fatores de risco do tromboembolismo venoso e conseqüentemente da EP: trauma não cirúrgico e cirúrgico; idade superior a 40 anos; tromboembolismo venoso prévio; imobilização prolongada; câncer, insuficiência cardíaca; infarto do miocárdio; paralisia de membros inferiores; obesidade; veias varicosas; estrogênio; parto; doença pulmonar obstrutiva crônica.

Tabela 01- Fatores de Risco para Tromboembolismo Pulmonar

Fator	Relacionado ao paciente	Relacionado à situação
Alta predisposição		X
Fratura da perna ou quadril		X
Prótese de joelho ou quadril		X
Cirurgia geral maior		X
Traumas maiores		X
Lesão medula espinhal		
<hr/>		
Moderada Predisposição		
Cirurgia de joelho por artroscopia		X
Cateter Venoso central		X
Quimioterapia		X
Insuficiência respiratória ou cardíaca crônica	X	
Terapia de reposição hormonal	X	
Câncer	X	
Contraceptivos orais	X	
AVC com paralisia	X	
Puerpério		X

TEV prévio	X	
Trombofilia	X	
<hr/>		
Baixa predisposição		
Repouso no leito > 3 dias		X
Imobilidade por tempo prolongado (ex. longas viagens)		X
Idade avançada	X	
Cirurgia vídeo-laparoscópica		X
Obesidade	X	
Gravidez (pré-parto)	X	
Varicosidade de veias	X	

Fonte: VOLPE *et al.* (2010)

Sinais e sintomas

Os pacientes com Embolia Pulmonar não possuem muitos sintomas, sendo a dispneia- que começa repentinamente e sem um motivo concebível- o fator que mais insinua a presença da EP, e esses podem estar associados a outras doenças que não necessariamente a ela, por exemplo, a dor torácica pleurítica, que também está vinculada ao infarto pulmonar. Na maioria das vezes, então, os indivíduos são assintomáticos. Entretanto, podem dar sinais de que estão com a doença, sendo esses confirmados posteriormente por meio de exames. Esses sintomas estão relacionados com a inflamação das paredes dos vasos e do bloqueamento da passagem de fluido pelos vasos, originando sintomas como dor, excesso de sensibilidade no local e vermelhidão- no caso da inflamação- e inchaço, causado pelo acúmulo de fluídos no local- vindos pela obstrução. Pode ainda, gerar o infarto pulmonar e, com ele, outras complicações, por exemplo, a hemoptise, o derrame pleural e a dispneia súbita (FEDULLO & TAPSON, 2003).

Além disso, há variação nos sintomas e sinais quanto aos diferentes tipos de TEP: Maciço- se obstrui, pelo menos, 50% do vaso pulmonar, comprometendo a capacidade cardíaca e, até podendo causar insuficiência, e, portanto, a morte- e Submaciço- considerada como uma embolia menor, menos de 50% do vaso está comprometido, (MARQUES, 1998). Segundo VOLSCHAN (2004, p.3): “Achados clínicos nas embolias pequenas (submaciças): dor torácica, dor pleurítica, dispnéia, taquipnéia, tosse, hemoptise / hemoptóicos, taquicardia, febre, cianose. Achados clínicos nas embolias grandes (maciças): Síncope, hipotensão arterial / choque, taquicardia, dispnéia, cianose.”

Tabela 02 - Incidência de sinais e sintomas no TEP

Submação (%)	TEP maciço (%)	TEP
Dispneia	85	82
Dor torácica pleurítica	64	85
Tosse	53	52
Hemoptise	23	40
Taquipneia	95	87
Taquicardia (> 100 bpm)	48	38
B2 hiperfonética	58	45
Roncos pulmonares	57	60
Sinais clínicos de TVP	36	26

Fonte: Am.J. Med. 62:355-360, 1977.

MECANISMO BIOFÍSICO

O quadro de EP é caracterizado por uma obstrução parcial ou total de vasos sanguíneos vinculados ao pulmão. Durante essa dinâmica, o diâmetro para a passagem sanguínea ficará reduzido, assim, implicando na eficiência circulatória, cardíaca e respiratória. Primeiramente, é necessário salientar que o fluxo ocorre puramente a partir de trocas energéticas em um determinado volume de sangue, em que fatores como pressão, energia cinética e energia potencial se interconvertem para que o fluxo ocorra (OKUNO *et al.*, 1986). Nesse sentido, o Efeito Venturi enuncia que, em condições de movimento constante de um fluido em um espaço uniforme, estreitamentos do duto implicam em uma maior velocidade e menor pressão ao fluido, ou seja, a redução do raio de um tubo resulta em uma maior transformação de pressão em energia cinética. A partir disso, analisando a circulação pulmonar como um todo, a EP reduz o raio desse sistema, com isso, reduzindo a pressão do fluido de forma anormal ao passar pela circulação pulmonar. Tal fator atua como uma resistência à circulação, assim, aumentando a pós-carga do ventrículo direito e implicando em alterações na pressão arterial pulmonar. Segundo Goldhaber & Elliott (2003):

“O aumento da pós-carga do ventrículo direito pode causar dilatação do ventrículo direito, hipocinesia, regurgitação tricúspide com dilatação anular da valva tricúspide e, finalmente, insuficiência ventricular direita”.

Dessa forma, evidencia-se que os impactos da embolia pulmonar podem influenciar

severamente na bomba cardíaca, podendo chegar a um estresse tão alto ao órgão que resulta na compressão da artéria coronária direita e consequente micro infarto do ventrículo direito.

Outro ponto a se ressaltar é que o mecanismo que delimita a troca gasosa dos pulmões para os capilares está na razão ventilação para perfusão, ou seja, é preciso que haja tanto um fluxo de oxigênio para os alvéolos quanto uma rede de vasos sanguíneos para captar esse gás e liberar dióxido de carbono. Nesse contexto, quando ocorre uma obstrução, parcial ou total, desses vasos sanguíneos a razão supracitada se torna descompensada, pois, como o fluxo permanece constante, haverá zonas do tecido pulmonar com baixa perfusão devido ao bloqueio, logo, desviando sangue para as demais e implicando em razões heterogêneas e anormais de troca gasosa. Tal contexto é um dos principais fenômenos que explica a hipóxia arterial nos quadros de EP aguda. Além disso, devido a esse panorama de má troca gasosa, tende a ocorrer um aumento da concentração de dióxido de carbono no sangue, porém, quimiorreceptores medulares aumentam a frequência e o volume respiratório, assim, tornando, muitas vezes, a pressão arterial do dióxido de carbono abaixo do normal e consequentemente causando alcalose respiratória.

Diagnóstico e avaliação complementar

Os sinais e sintomas clínicos, acompanhados de uma anamnese detalhada, não são suficientes para fazer o diagnóstico de TEP, podendo apenas sugeri-lo, sendo necessários exames subsidiários para a confirmação. Há diversos exames mais específicos para esse diagnóstico, no entanto a avaliação inicial do paciente começa com uma avaliação da probabilidade pré-teste e com a medida d-dímero (NOSCHANG *et al.*, 2018).

O d-dímero (DD) é um fragmento dos produtos de degradação da fibrina (PDF), presentes no sangue, quando o mecanismo de fibrinólise é ativado. Quando ocorre um fenômeno tromboembólico, há uma ativação do sistema fibrinolítico, elevando as concentrações séricas dos PDF (SILVA & MULLER, 2004). O DD pode ser realizado através de várias técnicas, sendo o ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) considerado o de melhor acurácia com sensibilidade de 97% e especificidade de 42% de acordo VOLSHAN *et al.* (2004).

Dessa forma, todo paciente com suspeita clínica de TEP deve ser estratificado quanto à probabilidade clínica com base em escores de risco validados, sendo os principais utilizados o Escore de Wells e o Escore de Genebra (Tabela 2 e tabela 3). As aplicações

desses testes têm poder discriminativo e caracterizam os pacientes como de alta, média e baixa probabilidade clínica. Essa segmentação é importante não só para escolha das ferramentas diagnósticas como também na indicação ou não do tratamento (VOLPE, 2010).

Tabela 02 - Principais fatores de risco para TEP – Escore de Wells

Critério	Pontos
Suspeita de tromboembolismo venoso	3
Alternativa menos provável que TEP	3
Frequência cardíaca > 100 bpm	1,5
Imobilização ou cirurgia nas quatro semanas anteriores	1,5
Tromboembolismo venoso ou TEP prévio	1,5
Hemoptise	1
Malignidade	1

Score	Probabilidade de TEP	Risco
0 - 2	3,60%	Baixo
0 - 3	20,50%	Moderado
> 6	66,70%	Alto

Fonte: NOSHANG *et al.* (2018)

Tabela 03 - Principais fatores de risco para TEP – Escore de Genebra

Critério	Pontos
<i>Fatores de risco</i>	
Idade > 65 anos	1
Trombose venosa profunda ou TEP prévios	3
Antecedente de cirurgia ou fratura há menos de um mês	2
Malignidade ativa	2
<i>Sintomas</i>	
Dor no membro inferior (unilateral)	3
Hemoptise	2
<i>Sinais</i>	
Frequência cardíaca de 75–94 bpm	3
Frequência cardíaca > 94 bpm	5
Dor à palpação de veias no membro inferior ou edema	4

Score	Risco
0 - 3	Baixo
4 - 6	Moderado
> 6	Alto

Fonte: NOSHANG *et al.* (2018)

Exames Complementares

Devido à complexidade, algumas avaliações complementares são necessárias para diagnose da EP, dentre eles são utilizadas técnicas fundamentadas na Biofísica como: raio-x do tórax, eletrocardiograma, ecocardiograma, angiografia pulmonar, cintilografia pulmonar. As técnicas de imagem fornecem o diagnóstico definitivo, sendo a tomografia computadorizada a mais utilizado atualmente (NOSCHANG *et al.*, 2018).

Radiografia simples de tórax

Na radiografia simples de tórax as anormalidades mais comuns são atelectasias, pequenos derrames pleurais e diminuição do fluxo sanguíneo periférico, com ou sem distensão dos vasos proximais. As atelectasias resultam na perda de volume em zonas mais baixas, causada pela isquemia, a qual induz à deficiência de surfactante. Embora as radiografias simples de tórax estejam anormais na maioria dos casos de TEP, em 40% das vezes apresentam normalidade (VOLSCHAN *et al.*, 2004).

Eletrocardiograma

Na EP as alterações eletrocardiográficas são aquelas em que estão presentes sinais da sobrecarga aguda do Ventrículo direito.

Ecocardiograma

O ecocardiograma bidimensional transtorácico não possui boa acurácia para a visualização do trombo na artéria pulmonar, sendo, entretanto, importante para a avaliação da função do VD. O ecocardiograma transtorácico pode diagnosticar a presença de trombo nas cavidades cardíacas direitas, em 17% dos pacientes com EP (VOLSCHAN *et al.*, 2004).

Cintilografia pulmonar

Em pacientes avaliados com alta probabilidade, a cintilografia apresentou especificidade de 97%, com sensibilidade de 41%. Os indivíduos apontados com alta probabilidade clínica e com alta probabilidade cintilográfica recebem o diagnóstico de EP (NOSCHANG *et al.*, 2018).

Angiografia pulmonar

Angiografia pulmonar é uma técnica invasiva, em que é realizada a introdução de um cateter por via intravenosa na artéria pulmonar proximal e o meio de contraste é rapidamente injetado. O método oferece uma elevada resolução espacial, permitindo avaliar diretamente o sistema arterial pulmonar. Os achados de defeito de enchimento da coluna de contraste são típicos de TEP (VOLSCHAN *et al.*, 2004).

Ressonância magnética (RM)

Esse método possibilita a visibilidade das artérias pulmonares, sem a necessidade da utilização de contraste iodado e exposição à radiação, sendo a principal vantagem da RM.

Arteriografia pulmonar (AGP)

A AGP possibilita a visibilidade da circulação pulmonar, após a injeção de contraste iodado. O uso de cateteres mais finos e flexíveis e a melhor definição da imagem com a incorporação da técnica de subtração digital têm melhorado a acurácia do método. As principais complicações do método são a anafilaxia e a nefrotoxicidade induzida pelo contraste, que está reservada aos pacientes com alta probabilidade clínica e que não tenham confirmado o diagnóstico de embolia pulmonar com nenhuma outra estratégia (VOLSCHAN *et al.*, 2004). No entanto, a falta de segurança revelada em alguns estudos, e o seu elevado custo sugerem a necessidade de outras estratégias diagnósticas. Entretanto, apesar do caráter invasivo, é um método seguro, embora seja pouco usado na prática médica (VOLPE *et al.*, 2010).

Tomografia computadorizada (TC)

O uso da tomografia computadorizada, na investigação de TEP, é considerada um dos maiores avanços nessa área, pois além de possibilitar a visualização direta do trombo, ela permite a identificação de alterações no parênquima pulmonar (ALVARES *et al.*, 2003)

De acordo com VOLSCHAN *et al.* (2004) a TC helicoidal vem sendo amplamente utilizada na investigação de pacientes com suspeita clínica de EP devido boa acurácia, o custo relativamente baixo, em comparação à arteriografia convencional, além da possibilidade de investigação de outros diagnósticos diferenciais estão entre as vantagens da TC, frente a outras estratégias.

Profilaxia

A prevenção desse tipo de doença é de extrema importância, pois considera ações alternativas antes da doença acometer a pessoa. Ainda, evita a formação dos trombos, dificulta a embolia em si, e suas sequelas, e até a morte, já que causa muitas mortes. Conforme DARZE *et al.* (2016, p.2), “Entre 1989 e 2010, registraram-se 20.927.857 mortes no Brasil, 92.999 (51.871 mulheres e 41.128 homens) das quais tiveram EP como causa básica”.

As medidas profiláticas podem ser mecânicas- meias e dispositivos de compressão,

filtro da veia cava inferior- e farmacológicas- uso de anticoagulantes-, sendo usados, cada um ou juntos, conforme as necessidades e as particularidades de cada indivíduo. No caso de pacientes que farão cirurgia, tem-se recomendado bastante que no período perioperatório, use uma dessas formas de prevenção, mas a mais comum é a farmacológica, nesse caso. Ainda opera-se pouco essas ações em pacientes hospitalizados, ocasionando em um alto risco de formação trombos, e, conseqüentemente, dispor de EP, devido à menor mobilidade, (GOLDHABER & ELLIOTT, 2003). Pesquisas têm sido feitas e trazem como resultado que o tratamento profilático tem diminuído acentuadamente as taxas de riscos dessa doença, tal como KUCHER *et al.* (2005) demonstrou em seu artigo.

Tratamento

A EP pode se agravar rapidamente, antes mesmo do diagnóstico ser concluído, visto que dependendo do tamanho, da quantidade e do local em que o trombo se instalou e, também, dos fatores de risco que o indivíduo está submetido, como uso de contraceptivos orais. Dessa forma, ter meios de tratamentos eficazes para evitar o agravamento do quadro e, conseqüentemente, a sua morte, é de suma importância.

As principais formas de lidar com esse quadro, segundo VOLPE *et al.* (2010, p. 267 e 268) e MARQUES (1998, p.263 e 264), são:

Uso de Anticoagulantes, principalmente a heparina – esse anticoagulante é capaz de impedir o aumento de tamanho do trombo; ele também auxilia na liberação de substâncias que estimulam a contração de vasos e dos brônquios e, assim, permitem retomar a pressão arterial e o bombeamento de sangue em níveis normais. Essas substâncias dificultam a junção plaquetária, e a formação do trombo. Entretanto, a heparina não retira todos os riscos de se ter embolia, uma vez que não dilui o trombo, só inibe seu crescimento. O uso dela deve ser iniciado logo que se confirma o quadro, para impedir o aumento dos riscos de morte, e deve ser contínuo até o paciente não ter mais fatores de risco iminentes. No caso de pessoas que recorrem a esse quadro com frequência, por causa não definida, e possuem predisposição para isso, não há suspensão do anticoagulante. Além da heparina, tem-se um anticoagulante oral, a varfarina, só que ele tem mais contraindicações e pode demorar mais tempo para atingir efeito desejado do que a heparina.

Uso de oxigênio gasoso a fim de preservar os níveis normais de saturação desse gás, evitando a coagulação.

Uso de trombolíticos (fármacos) - eles têm a função de acelerar a dissolução dos

trombos, principalmente os que estão causando a coagulação, melhorando a circulação sanguínea e diminuindo a frequência de ocorrência dessa doença nesse indivíduo, proporcionando uma melhor qualidade de vida. São usados, restritamente, em situações mais perigosas de embolia, devido à atuação rápida e o estabelecimento do fluxo sanguíneo em locais isquêmicos, diminuindo, assim, a formação desses coágulos (SHARMA *et al.*, 2000).

Uso de filtros de veia cava- Indicada para pacientes que possuem dificuldade de sobrevivência a recorrência de tromboembolia pulmonar, por dificultar a ocorrência de coágulos no filtro. Geralmente, os pacientes que se submetem a esse processo, não podem fazer o uso dos anticoagulantes (GOLDHABER & ELLIOTT, 2003).

Cirurgia (Embolectomia) - Procedimento que possui uma alta taxa de mortalidade quando comparada aos outros procedimentos menos invasivos, por isso, quase nunca é utilizada. Ele é responsável por fragmentar o coágulo (GOLDHABER & ELLIOTT, 2003).

É claro que todos esses métodos de prevenção podem trazer consequências associadas, ou possuem riscos associados a eles, por exemplo, tendência a ter hemorragias, entretanto, naquele momento é o procedimento mais correto a se fazer. Cabe ao médico, portanto, decidir qual é o melhor a ser realizado, juntamente com as condições de saúde do paciente analisado.

CONCLUSÃO

Através desse estudo, conclui-se que a embolia pulmonar é uma doença grave devido a formação de um trombo que obstrui, parcialmente ou totalmente, a passagem de substâncias nos principais vasos sanguíneos. Foi possível reconhecer a importância dos conhecimentos biofísicos tanto para a compreensão das alterações de fluxo presentes na EP quanto na aplicabilidade dos conhecimentos biofísicos no diagnóstico e tratamento. A EP é uma doença que costuma acometer, principalmente, os indivíduos com fatores de risco associados à lesão ao endotélio vascular, estase venosa e alterações na constituição sanguínea. Além disso, a EP é silenciosa e, por isso, geralmente, é assintomática, necessitando, então, de fazer exames para se obter um diagnóstico mais preciso. Porém, a EP possui tratamentos e profilaxia para evitar a formação do trombo. Assim, é imprescindível o cuidado com o organismo, sobretudo, das pessoas que possuem os fatores de risco que propiciam o surgimento da EP, sendo assim, uma forma de evitar o agravamento e a alta mortalidade relacionada à essa patologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, Flávia; PÁDUA, Adriana Ignácio; TERRA FILHO, João. **TROMBOEMBOLISMO PULMONAR: DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO**. Medicina (Ribeirão Preto. Online), Ribeirão Preto, v. 36, n. 2/4, p.214-236, 30 dez. 2003.

CAPRINI, Joseph A.. **Risk assessment as a guide for the prevention of the many faces of venous thromboembolism**. The American Journal Of Surgery. Chicago, p. 3-10. jan. 2010.

DARZE, Eduardo Sahade et al. **Mortalidade por Embolia Pulmonar no Brasil entre 1989 e 2010: Disparidades Regionais e por Gênero**. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Salvador, v. 106, n. 1, p.4-12, 2016.

FEDULLO, Peter F.; TAPSON, Victor F. **The evaluation of suspected pulmonary embolism**. New England Journal of Medicine, v. 349, n. 13, p. 1247-1256, 2003.

FINKELSTEIN, Eric A. et al. **Obesity and Severe Obesity Forecasts Through 2030**. American Journal Of Preventive Medicine, [s.l.], v. 42, n. 6, p.563-570, jun. 2012.

GOLDHABER, Samuel Z.; ELLIOTT, C. Gregory. **Acute pulmonary embolism: part II: risk stratification, treatment, and prevention**. Circulation, v. 108, n. 23, p. 2834-2838, 2003.

KUCHER, Nils et al. **Electronic alerts to prevent venous thromboembolism among hospitalized patients**. New England journal of medicine, v. 352, n. 10, p. 969-977, 2005.

MARQUES, Leila John. **TROMBOEMBOLISMO PULMONAR**. Medicina. Ribeirão Preto, p. 257-265. 1998.

NOSCHANG, Julia et al. Pulmonary thromboembolism: **Novas técnicas no diagnóstico por imagem do tromboembolismo pulmonar**. Radiologia Brasileira, São Paulo, v. 51, n. 3, p.178-186, 28 maio 2018.

OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê Luiz; CHOW, Cecil. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harbra, 1982.

SHARMA, G. V. R. K. et al. **Long-term benefit of thrombolytic therapy in patients with pulmonary embolism**. Vascular medicine, v. 5, n. 2, p. 91-95, 2000.

SILVA, C. Isabela S.; MULLER, Nestor L.. **Diagnóstico por imagem do tromboembolismo pulmonar agudo**. Jornal Brasileiro de Pneumologia. São Paulo, p. 1-2. out. 2004.

VOLPE, Gustavo Jardim et al. **Tromboembolismo pulmonar**. Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, São Paulo, v. 3, n. 43, p.258-271, jan. 2010.

VOLSCHAN, André et al (Ed.). **DIRETRIZ DE EMBOLIA PULMONAR**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. S.i, p. 2-8. ago. 2004.

YOO, Hugo Hyung Bok et al. **Achados clinicopatológicos na tromboembolia pulmonar:**

estudo de 24 anos de autópsias*. Jornal Brasileiro de Pneumologia. São Paulo, p. 000-000. out. 2004.