

Aspectos fisiopatológicos relacionados ao infarto agudo do miocárdio e a doença arterial coronariana

Pathophysiological aspects related to acute myocardial infarction and coronary artery disease

Aspectos fisiopatológicos relacionados con el infarto agudo de miocardio y la enfermedad arterial coronaria

DOI:10.34119/bjhrv7n3-308

Submitted: May 06th, 2024

Approved: May 27th, 2024

Gabriel Bahia Arantes Bizinotto

Graduado em Medicina

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Endereço: Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: gabrielbizinotto@hotmail.com

Adriel Gullo Pereira

Graduado em Medicina

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Endereço: Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: adriulgullo2@gmail.com

Brenda Santana Matusin

Graduada em Medicina

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Endereço: Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: brendamatusin@gmail.com

Léo Morato Luize

Graduando em Medicina

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Endereço: Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: leo.morato@ufms.br

Julia Szytko Koch

Graduanda em Medicina

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Endereço: Maringá, Paraná, Brasil

E-mail: julia_szytko@hotmail.com

Julia Marela Galo

Graduanda em Medicina

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Endereço: Maringá, Paraná, Brasil

E-mail: juliamarega5@gmail.com

Sthefany Ogliari Beraldo

Graduanda em Medicina

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Endereço: Maringá, Paraná, Brasil

E-mail: sthefanyogliari@hotmail.com

Ana Luísa Zilio Portelinha

Graduanda em Medicina

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Endereço: Maringá, Paraná, Brasil

E-mail: analuisaportelinha@gmail.com

Felipe Eduardo Fernandes

Graduando em Medicina

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Endereço: Maringá, Paraná, Brasil

E-mail: felipeeduardo.fef@gmail.com

Bruna Bruder Vituri

Graduanda em Medicina

Instituição: Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Endereço: Maringá, Paraná, Brasil

E-mail: brunavituri@hotmail.com

RESUMO

A Doença Arterial Coronariana (DAC) e o Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) figuram como graves ameaças à saúde cardiovascular global, insidiosamente associadas a uma expressiva morbidade e mortalidade. A DAC, frequentemente derivada da fisiopatologia aterosclerótica, é desencadeada pela instauração de placas ateromatosas resultantes de injúria endotelial e subsequente cascata inflamatória, culminando, por sua vez, no IAM, mediante a obstrução coronariana. Este estudo objetiva analisar os aspectos fisiopatológicos da DAC e do IAM, de forma a almejar o refinamento das estratégias terapêuticas e preventivas correlatas. A partir de uma revisão da literatura, foram melhores descritos e interligados os mecanismos subjacentes à aterosclerose e seus desfechos, identificados marcadores inflamatórios hematológicos substancialmente úteis no rastreamento precoce de patologias cardiovasculares, além da categorização dos distintos tipos de IAM, segundo sua etiologia, visando uma abordagem terapêutica mais direcionada e de características eletrocardiográficas que auxiliam no diagnóstico e rastreio. A precocidade na prevenção e no manejo de fatores de risco, tais como hipertensão e hiperglicemia, sobressai como elemento crucial para o prognóstico favorável em casos de complicações cardiovasculares. Portanto, estratégias preventivas e terapêuticas contínuas são essenciais para reduzir a incidência de DAC e IAM, de forma que há forte demanda a estudos multicêntricos e abordagens integrativas para otimizar intervenções clínicas e reduzir a grave mortalidade associada a essas doenças.

Palavras-chave: infarto do miocárdio, doença arterial coronariana, aterosclerose.

ABSTRACT

Coronary Artery Disease (CAD) and Acute Myocardial Infarction (AMI) are serious threats to global cardiovascular health, insidiously associated with significant morbidity and mortality. CAD, often derived from atherosclerotic pathophysiology, is triggered by the

establishment of atheromatous plaques resulting from endothelial injury and subsequent inflammatory cascade, culminating, in turn, in AMI, through coronary obstruction. This study aims to analyze the pathophysiological aspects of CAD and AMI, in order to aim to refine related therapeutic and preventive strategies. From a review of the literature, the mechanisms underlying atherosclerosis and its outcomes were better described and linked, hematological inflammatory markers identified that are substantially useful in the early screening of cardiovascular pathologies, in addition to the categorization of the different types of AMI, according to their etiology, aiming at a more targeted therapeutic approach and electrocardiographic characteristics that assist in diagnosis and screening. Early prevention and management of risk factors, such as hypertension and hyperglycemia, stands out as a crucial element for a favorable prognosis in cases of cardiovascular complications. Therefore, continuous preventive and therapeutic strategies are essential to reduce the incidence of CAD and AMI, so there is a strong demand for multicenter studies and integrative approaches to optimize clinical interventions and reduce the serious mortality associated with these diseases.

Keywords: myocardial infarction, coronary artery disease, atherosclerosis.

RESUMEN

La enfermedad de las arterias coronarias (EAC) y el infarto agudo de miocardio (IAM) son amenazas graves para la salud cardiovascular global, asociadas insidiosamente con una morbilidad y mortalidad significativas. La EAC, a menudo derivada de una fisiopatología aterosclerótica, se desencadena por el establecimiento de placas de ateroma como resultado de una lesión endotelial y una cascada inflamatoria posterior, que culmina, a su vez, en un IAM, a través de una obstrucción coronaria. Este estudio tiene como objetivo analizar los aspectos fisiopatológicos de EAC e IAM, con el fin de perfeccionar las estrategias terapéuticas y preventivas relacionadas. A partir de una revisión de la literatura, se describieron y vincularon mejor los mecanismos subyacentes a la aterosclerosis y sus resultados, se identificaron marcadores inflamatorios hematológicos que son sustancialmente útiles en el screening temprano de patologías cardiovasculares, además de la categorización de los diferentes tipos de IAM, según su etiología, apuntando a un abordaje terapéutico más dirigido y características electrocardiográficas que ayuden en el diagnóstico y screening. La prevención temprana y el manejo de factores de riesgo, como la hipertensión y la hiperglucemia, se destacan como un elemento crucial para un pronóstico favorable en casos de complicaciones cardiovasculares. Por lo tanto, las estrategias preventivas y terapéuticas continuas son esenciales para reducir la incidencia de EAC e IAM, por lo que existe una fuerte demanda de estudios multicéntricos y enfoques integradores para optimizar las intervenciones clínicas y reducir la mortalidad grave asociada con estas enfermedades.

Palabras clave: infarto del miocardio, enfermedad de la arteria coronaria, aterosclerosis.

1 INTRODUÇÃO

A Doença Arterial Coronariana (DAC) é reconhecida como uma das principais causas de morte tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. Essa condição, de natureza inflamatória associada à aterosclerose, manifesta-se através de sintomas que incluem angina estável ou instável, IAM ou morte cardíaca súbita (Ribeiro *et al*, 2023).

O estilo de vida moderno aumentou o número de pacientes jovens que sofrem de doença arterial coronariana. Assim, nos últimos tempos, observamos que a DAC ocorre, até com certa frequência em indivíduos com menos de 50 anos de idade, sendo a classificação denominada de início precoce (Zhang *et al*, 2021).

O principal fator de risco cardiovascular para DAC é a aterosclerose. A inflamação apresenta seu papel no início e progressão do processo aterosclerótico (De Castro; Rocha. 2022). A ativação de vias inflamatórias, e também a ativação do endotélio, com acúmulo de lipídios, elementos fibrosos e calcificação, levará ao estreitamento dos vasos. (Tudurachi *et al*, 2023).

Secundariamente, o Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) se consolida como a evolução mais grave da maioria das Doenças Cardiovasculares (DCV), sendo ainda a principal causa de morte no mundo, apesar de todos os avanços terapêuticos. De acordo com as estatísticas da American Heart Association, nos Estados Unidos, uma pessoa morre a cada 34 segundos de doença cardiovascular (2024). Assim, a importância desse estudo se dá a partir do poderoso impacto que esses acometimentos no sistema cardiovascular podem gerar, além de seus potenciais danos sistêmicos.

2 OBJETIVO

Avaliar os aspectos associados às fisiopatologias da Doença Arterial Coronariana e do Infarto Agudo do Miocárdio, possibilitando uma melhor compreensão da doença, melhoria no tratamento e prevenção das complicações associadas.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão da literatura realizada através da coleta de artigos científicos encontrados por meio de pesquisa eletrônica na base de dados PUBMED. A escolha dos descritores adequados ocorreu a partir dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Em seguida, foi feita a associação dos descritores controlados com o uso de “operadores booleanos” conforme o intuito da apuração de dados dos artigos: “Myocardial Infarction” AND “Coronary Artery Disease” AND “Atherosclerosis” AND “Pathological Conditions, Signs and Symptoms” AND “Circulatory and Respiratory Physiological Phenomena”.

Foram critérios de inclusão: artigos científicos que abordassem a fisiopatologia de doenças que pudessem culminar em DAC ou IAM no período de 2018 e 2024 em bases de

dados eletrônicos de acesso público, disponíveis online no formato de texto completo, escritos em português, inglês e espanhol. Foram excluídos artigos duplicados, dissertações, teses, artigos debates editoriais e artigos incompletos. Os títulos e os resumos de todos os artigos foram identificados e revisados na busca eletrônica para inclusão ou exclusão do produto no estudo. Foi realizada análise descritiva, com levantamento das informações que contemplavam o tema e que fossem relacionadas às variáveis.

4 RESULTADOS

No que tange à fisiopatologia da aterosclerose, uma placa de ateroma impede a circulação sanguínea eficiente e inicia um processo de isquemia- diminuição do fluxo sanguíneo- de algumas partes do organismo. Ademais, o início dessa placa ocorre através de uma lesão endotelial do vaso, causada por uma disfunção endotelial (pela presença de radicais livres em excesso, distúrbios hemodinâmicos, como a HAS, e hipercolesterolemia). A placa dificulta a circulação sanguínea eficiente no organismo, já que diminui o diâmetro dos vasos e faz com que ocorra o turbilhonamento do sangue que, posteriormente, pode desprender a placa e impedir a circulação em outro local do organismo (Botts, 2021).

A disfunção endotelial que está presente na formação da placa aterosclerótica faz com que haja uma perda das funções dos vasos, a constrição e dilatação, gerando assim uma susceptibilidade pró-inflamatória e processos trombóticos. A partir disso, em um indivíduo suscetível à aterosclerose, o LDL que está em excesso começa a adentrar a túnica íntima do vaso, produzindo cristais de colesterol, gerando um processo de recrutamento das células imunes do corpo, pelo fato dos cristais serem um sinal de aviso que há uma anormalidade. Com isso, ocorre a adesão plaquetária e a recrutação de monócitos, iniciando o processo inflamatório, gerando assim as células espumosas, que são originadas pela oxidação do LDL que foi internalizado na camada íntima do vaso sanguíneo e, pela ação das células de defesa, o LDL se oxida em LDLox. As células espumosas se agregam e se originam as estrias lipídicas. Durante a formação das estrias, o processo inflamatório está intenso, e a partir disso ocorre uma estimulação de produção de mediadores químicos que fará com que forme uma placa pré-ateromatosa, já que está com intensa agregação plaquetária e ocorre o recrutamento de músculo liso da camada média do vaso para revestir as estrias. Nessa fase da placa, o lipídio se encontra no espaço extracelular, sem invasão do lúmen e sem formação de de núcleo lipídico. A formação da placa ateromatosa ocorre quando o organismo começa a recrutar outras células de defesa, como linfócitos, pelo fato do macrófago não conseguir fagocitar o lipídio extracelular

e, com o recrutamento, o linfócito mediadores que ativam ainda mais as funções do macrófago para uma fagocitose mais eficiente. Porém, com essa ativação exacerbada, os macrófagos sofrem lise e o conteúdo que foi fagocitado é liberado, formando um centro lipídico. Ademais, nesse período, as células musculares lisas revestem o centro lipídico, produzindo matriz extracelular, ou seja, há uma cápsula fibrosa revestindo o conteúdo. A placa ateromatosa formada traz algumas consequências ao indivíduo afetado, como o turbilhonamento do sangue, pelo fato do lúmen do vaso está menor decorrente a placa, que, posteriormente, pode se desprender e causar algumas doenças, como o IAM e o Acidente Vascular Encefálico. Como foi citado anteriormente, ocorre o IAM devido a placa percorrer e ter como possibilidade o impedimento da circulação em alguma artéria coronariana, gerando a isquemia e, por fim, a morte dos cardiomiócitos (Botts, 2021).

Recentemente, com a implementação generalizada da intervenção coronária transluminal percutânea (ICP), a taxa de mortalidade do IAM tem diminuído anualmente. No entanto, essa taxa ainda é alta e está intimamente relacionada a diferenças individuais, tempo de terapia intervencionista, escolha de medicamentos no pós-operatório e outros fatores (Malakar *et al*, 2019).

Geralmente, os parâmetros hematológicos medidos em exames de sangue de rotina incluem principalmente a quantificação e classificação dos glóbulos brancos e vermelhos, e também das plaquetas. Estudos recentes mostraram que a largura de distribuição de glóbulos vermelhos (RDW), o volume médio de plaquetas (MPV), a relação neutrófilos/ linfócitos (NLR, contagem de neutrófilos/contagem de linfócitos), a relação plaquetas/linfócitos (PLR, contagem de plaquetas/contagem de linfócitos) e A relação monócitos/linfócitos (MLR, contagem de monócitos/contagem de linfócitos) são marcadores inflamatórios acessíveis e econômicos que refletem o grau de inflamação e possibilitam o rastreamento de DCVs (Tudurachi *et al*, 2023).

No que tange a relação de níveis glicêmicos e pressóricos associados a DCV, uma análise, que incluiu mais de 3 milhões de indivíduos sem história prévia de DCV, demonstrou que a hipertensão (hipertensão estágio 1, hipertensão estágio 2) e hiperglicemia (pré-diabetes, diabetes) aumentaram adicionalmente o risco de desenvolver DCV, incluindo infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral, Insuficiência Cardíaca (IC) e Fibrilação Atrial (FA) (Suzuki *et al*, 2023).

A redução relativa do risco de hipertensão nos estágios 1 e 2 para eventos cardiovasculares foi atenuada com a deterioração do estado glicêmico. Da mesma forma, a associação relativa de pré-diabetes e diabetes com DCV incidentes também foi atenuada com o aumento da pressão arterial (Suzuki *et al*, 2023).

Embora a hipertensão e a hiperglicemia aumentem aditivamente o risco de DCV, a sua contribuição relativa foi atenuada na presença de qualquer uma delas, sugerindo que os esforços preventivos para a hipertensão ou a hiperglicemia poderiam proporcionar um benefício maior antes de coexistirem (Suzuki *et al*, 2023).

No que tange as suas classificações, o IAM pode ser classificado segundo sua etiologia e nos critérios mais recentes, em 2 tipos: Tipo 1, causado por DAC aterotrombótica e geralmente precipitado por ruptura da placa aterosclerótica, e, Tipo 2, causado por uma incompatibilidade entre a oferta e a demanda de oxigênio por um mecanismo fisiopatológico diferente de aterotrombose coronariana (Defilippis *et al*, 2019).

Como já é sabido, o IAM apresenta alta morbidade e mortalidade por todo o globo, sendo que os maiores danos ocorrem principalmente nas primeiras horas. Por esse motivo, o diagnóstico precoce se faz extremamente importante, incluindo além de história clínica e exame físico, o eletrocardiograma (ECG) e os biomarcadores cardíacos (Malakar *et al*, 2019 + Mythili; Malathi, N., 2015).

Apesar de existirem estudos desenvolvidos com as troponinas cardíacas altamente sensíveis para casos em que não há supradesnivelamento de ST, o ECG ainda tem seu papel fundamental na estratificação e manejo imediato diante de uma suspeita de IAM, devido a sua disponibilidade e custo, além de ser não invasivo (Miranda *et al*, 2018).

Assim, como alteração inicial, o IAM apresenta uma onda T hiperaguda e simétrica, geralmente positiva e apiculada, seguida por um desnivelamento do segmento ST. De acordo com essa análise, o IAM pode, então, ser dividido em IAM com supradesnivelamento de ST (IAMCSST) e sem supradesnivelamento de ST (IAMSSST). Todavia, foi constatado que o ECG de muitos pacientes com síndrome coronariana aguda (SCA) acaba não apresentando alterações nos instantes iniciais, e por esse motivo, este ECG inicial não é utilizado como diagnóstico, mas deve ser repetido nos próximos minutos por até uma hora se a clínica do paciente permanecer sugestiva. Relata-se, inclusive, que essa monitorização por uma hora aumenta a sensibilidade do ECG tanto para IAMCSST quanto para SCA (Miranda *et al*, 2018).

Cabe apontar, no entanto, que a interpretação inadequada do eletrocardiograma em infarto agudo de miocárdio com supradesnivelamento de ST está entre as principais causas de erro de diagnóstico. Algo que pode ser resolvido, basicamente, com uma melhor orientação acerca dos sinais típicos e atípicos do IAM e melhor treinamento na leitura do traçado eletrocardiográfico (Kwok *et al*, 2021).

É importante pontuar, também, que algumas patologias podem levar a repercussões atípicas no ECG dos indivíduos acometidos por IAM, além de consequências mais agressivas.

Em pacientes diabéticos, por exemplo, é menos comum a elevação do segmento ST e os índices de mortalidade a curto prazo são mais elevados - associa-se isso, geralmente, às características particulares da doença arterial coronariana neste determinado grupo, e tais dados devem ser levados em consideração para a conduta do caso (Schmitz *et al*, 2021).

A Reabilitação Cardiovascular (RCV) desempenha um papel crucial na recuperação de indivíduos afetados por doenças cardiovasculares, sendo intrinsecamente vinculada aos hábitos de vida. Ou seja, existem muitos fatores que desencadeiam as doenças cardiovasculares, especialmente a vida cotidiana -estresse e alimentação- e o fator genético. Ao abordar os aspectos cotidianos, vale relacionar as DCV aos sedentários e à obesidade, em que os números de pacientes que se encaixam a esse grupo de pessoas é muito grande. Nesse sentido, a falta de atividades físicas regulares e uma alimentação rica em gorduras e sódio são fatores que contribuem para obstruções arteriais, como a aterosclerose e, com isso, pode levar ao IAM. Assim, é imperativo destacar que a prática regular de atividades físicas, envolvendo tanto exercícios aeróbicos quanto anaeróbicos, emerge como um elemento crucial na promoção da Reabilitação Cardiovascular (Ferraz *et al*, 2020).

Ainda nesse contexto, essa prática regular de exercícios físicos não apenas otimiza a eficiência do bombeamento cardíaco, mas também influencia positivamente a vasodilatação e vasoconstrição, elementos essenciais na regulação do sistema vascular. De acordo com a Sociedade Brasileira de Cardiologia, é evidente que a adoção de hábitos saudáveis não-espóricos, isto é, constantes e regulares, desempenha um papel preponderante na Reabilitação Cardiovascular, constituindo um aspecto tangível na busca pela prevenção e controle de doenças cardiovasculares (Ferraz *et al*, 2020).

5 CONCLUSÃO

A Doença Arterial Coronariana (DAC) e o Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) representam duas das mais significativas ameaças à saúde cardiovascular global, com elevada morbidade e mortalidade associadas. A DAC é desencadeada por aterosclerose, que é a formação de placas ateromatosas devido à lesão endotelial e subsequente resposta inflamatória. Esse processo propicia, posteriormente, a ruptura dessas placas e a formação de trombos, levando à oclusão parcial ou total das artérias coronárias, o IAM.

A identificação precoce e o manejo adequado dos fatores de risco, como hipertensão e hiperglicemia, são cruciais para a prevenção da DAC e do IAM. Estudos demonstram que marcadores inflamatórios hematológicos, como RDW, MPV, NLR, PLR e MLR, são úteis no

rastreamento e prognóstico dessas condições. Além disso, a classificação do IAM em tipos etiológicos proporciona uma abordagem mais detalhada e direcionada para o tratamento.

Portanto, a contínua pesquisa e desenvolvimento de estratégias preventivas e terapêuticas são essenciais para mitigar o impacto dessas doenças. A implementação de medidas preventivas antes da coexistência de fatores de risco pode oferecer benefícios significativos na redução da incidência de DCV. Estudos multicêntricos e abordagens integrativas são imperativas para elucidar melhor os mecanismos subjacentes e otimizar as intervenções clínicas, visando melhorar a qualidade de vida e reduzir a mortalidade associada à DAC e ao IAM.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN HEART ASSOCIATION. 2024 Heart Disease and Stroke Statistics: A Report of US and Global Data From the American Heart Association. **Circulation**. v.149, 2024. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001209
- BORBA, L. P.; HUBERT, G.; GIARETTA, D. S.; BODANESE, L. C. Infarto agudo do miocárdio. **Acta Médica**, Porto Alegre, v.37, p.33-39, 2016.
- BOTTS *et al.* “Dysfunctional Vascular Endothelium as a Driver of Atherosclerosis: Emerging Insights Into Pathogenesis and Treatment.” **Frontiers in pharmacology** v. 12, 2021. DOI: 10.3389/fphar.2021.787541
- CASTRO, T. F. V. F.; ROCHA, A. P. M. Disfunção Endotelial e Aterosclerose. **Brazilian Journal of Health**, v. 5, p. 25410-25425, 2022. DOI: 10.34119/bjhrv5n6-276
- DEFILIPPIS *et al.* “Assessment and Treatment of Patients With Type 2 Myocardial Infarction and Acute Nonischemic Myocardial Injury.” **Circulation** v. 140, p. 1661-1678. 2019. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.040631
- FERRAZ *et al.* Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular – 2020. **Arq Bras Cardiol**, v.114, p.943-987, 2020. DOI: 10.36660/abc.20200407
- MALAKAR, A. K.; CHOUDHURY, D.; HALDER, B.; PAUL, P.; UDDIN, A.; CHAKRABORTY, S. Uma revisão sobre doença arterial coronariana, seus fatores de risco e terapêutica. **J Cell Physiol**, v.234, p.1-12, 2019. DOI: 10.1002/jcp.28350
- MIRANDA *et al.* New Insights Into the Use of the 12-Lead Electrocardiogram for Diagnosing Acute Myocardial Infarction in the Emergency Department. **Can J Cardiol**, v.34, p.132-145, 2018. DOI: 10.1016/j.cjca.2017.11.011
- MYTHILI, S.; MALATHI, N. Diagnostic markers of acute myocardial infarction. **Biomed. Rep.**, v.3, p.743-748, 2015. DOI: 10.3892/br.2015.500
- RIBEIRO *et al.* Exploração da Aterosclerose e Infarto Agudo do Miocárdio. **Brazilian Journal of Health**, v.6, p.24516-24521, 2023. DOI: 10.34119/bjhrv6n5-499
- SCHMITZ *et al.* Admission ECG Changes Predict Short Term-Mortality after Acute Myocardial Infarction Less Reliable in Patients with Diabetes. **Sci. Rep.**, v.11, p.6307, 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-85674-9
- SUZUKI *et al.* Interação da pressão arterial e do esticômico no desenvolvimento de doenças cardiovasculares: análise de um banco de dados nascido gonol do mundo real. **Associação J Am Heart**, v.12, p.e026192, 2023. DOI: 10.1161/JAHA.122.026192
- TUDURACHI *et al.* Avaliação de proporções hematológicas inflamatórias (NLR, PLR, MLR, LMR e proporção de monócitos/HDL-colesterol) em casos agudos de infarto do miocárdio e particularidades em pacientes jovens. **International J. Mol. Science**, v.24, p.14378, 2023. DOI: 10.3390/ijms241814378

ZHANG, Yi *et al.* Benefits of early administration of Sacubitril/Valsartan in patients with ST-elevation myocardial infarction after primary percutaneous coronary intervention. **Coronary Artery Disease**, v.32, p.427-431, 2021. DOI: 10.1097/MCA.0000000000000955