

ARTICULO DE REVISION

UTILIDAD Y LUGAR DE LOS ESTUDIOS FUNCIONALES EN LA CARDIOPATÍA ISQUÉMICA.

Dra. Karina Arieta.

En nuestro país así como en Latinoamérica y el resto del mundo la enfermedad coronaria forma parte de las principales causas de morbimortalidad. Dicha patología se caracteriza por ser una enfermedad de presentación heterogénea con múltiples facetas, requiriendo en su evaluación diagnóstica la toma de decisiones de manera individualizada de acuerdo a sus características particulares en la forma de presentación, tipo de paciente y recursos del centro hospitalario.

Es una enfermedad que en su evaluación determina la realización de múltiples estudios funcionales, no siempre indicados, los cuales arrojan resultados quizá no esperados y que determinan conductas y estudios invasivos no siempre necesarios.

Los estudios funcionales son muy importantes en la confirmación diagnóstica de isquemia y fundamentales en la estratificación pronóstica, pero tienen sus limitaciones. Todos los exámenes paraclínicos en general tienen sus ventajas y desventajas siendo fundamental analizar previamente antes de solicitarlos su real indicación y la conducta que tendremos frente a los resultados obtenidos. Los estudios funcionales de isquemia no solo no escapan a esta regla sino que se caracterizan en esta enfermedad por crear grandes dificultades que determinan un sinnúmero de conductas escalonadas, que tras el análisis retrospectivo podemos descubrir en muchos casos que el estudio no tenía indicación, situación que a todos nos ha ocurrido en mayor o menor medida. Dicha situación ocurre tanto en pacientes asintomáticos que terminan multi-estudiados con estudios falsos negativos, así como en pacientes que tienen indicación de estudios invasivos desde el inicio, quizá con ECG que muestran ya en situación basal lo que de objetivarse en un estudio funcional nos llevaría a indicar un estudio invasivo y por alguna razón solicitamos otro estudio y tras un resultado falso negativo o seguimos pensando lo mismo y solicitamos un estudio invasivo, con lo cual podríamos haber evitado un gasto innecesario, o lo que es peor no estudiamos como deberíamos a un paciente quizá de alto riesgo.

El objetivo de esta revisión es analizar las indicaciones de cada estudio funcional de acuerdo a la situación clínica particular en vistas a optimizar los recursos en salud y reducir los eventos cardiovasculares adversos tras el diagnóstico y tratamiento efectivo al identificar a los pacientes de alto riesgo de eventos isquémicos, con el objetivo de mejorar la sobrevida.

INTRODUCCION

El proceso diagnóstico del dolor torácico sin una orientación previa provoca la realización de un exceso de pruebas no concluyentes y potencialmente peligrosas para el paciente. Con la metodología adecuada, es posible estratificar de forma segura y eficaz a los pacientes detectando a los que tienen lesiones coronarias significativas y se benefician de un tratamiento específico.

La angina estable es una de las presentaciones iniciales de la cardiopatía isquémica cuyo diagnóstico se basa en los datos clínicos, en combinación con la edad y el sexo, la probabilidad pretest y la selección de pruebas diagnósticas acordes con esa probabilidad.

Ante un paciente que consulta por un dolor torácico crónico y estable, surgen dos interrogantes: ¿qué probabilidad tiene este paciente de tener cardiopatía isquémica? y ¿cuál es la mejor forma de confirmar o descartar este diagnóstico?

La evaluación inicial mediante la clínica y el ECG nos orienta a la indicación tipo y rentabilidad de un estudio funcional en el proceso diagnóstico. La isquemia en un ECG basal en el territorio de una arteria coronaria, nos obliga a un estudio invasivo.

La detección de un bloqueo de rama izquierda nuevo puede asociarse a enfermedad coronaria multivaso y en ocasiones a una disfunción ventricular izquierda, por lo que también indica que no hay que prolongar el proceso diagnóstico.

La detección de cambios en la repolarización durante la angina es altamente sensible y específica para el diagnóstico de enfermedad coronaria subyacente, y no se necesitan pruebas adicionales de confirmación y permite pasar a la fase de estratificación de riesgo y evaluación terapéutica.

Muchos pacientes asintomáticos de riesgo elevado o con antecedentes de coronariopatía previa se benefician de la realización de pruebas funcionales utilidad

pronostica siendo de suma importancia que el cardiólogo tenga claro el objetivo de la prueba y sus consecuencias en función del resultado, sabiendo que una vez que una prueba diagnóstica etiqueta al paciente de isquemia miocárdica, es muy difícil descartar este diagnóstico sin una coronariografía. En muchos casos se espera en pacientes una prueba positiva, en los cuales el objetivo es valorar el riesgo de la misma, valorar a la frecuencia cardiaca en la que aparece, evaluar la seguridad en la prescripción del ejercicio etc.

Entre las orientaciones extremas, del tratamiento médico como objetivo único e independiente de la anatomía coronaria y la coronariografía fácil e indiscriminada, parece deseable identificar a los pacientes con elevado riesgo anatómico, es decir, afección del tronco común de la coronaria izquierda > 50% o enfermedad de las tres arterias principales con lesiones > 70%.

Existen muchos modelos para el manejo del paciente con dolor torácico.

El modelo del *National Institute for Health and Clinical Excellence* (NICE), plantea la toma de decisiones de acuerdo al riesgo pretest, se considera que a un paciente con una probabilidad pretest > 90% se le debe realizar una coronariografía para determinar la anatomía y evaluar el beneficio de las diferentes opciones terapéuticas. Si, por el contrario, el riesgo pretest es < 10%, se debe investigar otras causas y no realizar pruebas diagnósticas con sensibilidad y especificidad reducidas que llevan a un alto número de falsos positivos.

Si el paciente tiene una probabilidad pretest entre el 61 y el 90%, la coronariografía invasiva es adecuada como primera línea diagnóstica, siempre y cuando el paciente sea candidato y esté dispuesto a la revascularización si se detectan lesiones que así lo indiquen. Si la probabilidad pretest de enfermedad coronaria está entre el 30 y el 60%, se debe practicar una prueba funcional diagnóstica, que puede ir desde la ergometría convencional a pruebas que incluyan imagen y estrés farmacológico, dependiendo de la disponibilidad local, la capacidad de ejercicio y las alteraciones del ECG basal.

Un planteamiento correcto de cada caso ha de permitir un diagnóstico con una o dos pruebas como máximo y no se justifica la práctica de todas las pruebas disponibles en nuestro arsenal diagnóstico. Sea cual sea la prueba seleccionada, se ha de poder clasificar al paciente con una probabilidad de lesiones coronarias > 60%, en cuyo caso se indica coronariografía, o situarlo con una probabilidad < 11%, lo cual desvía el diagnóstico hacia causas de dolor torácico no coronario.

En las guías NICE, para los pacientes con una probabilidad pretest de enfermedad coronaria entre el 11 y el 29% se aconsejaba la práctica de una TC multicorte con determinación del índice de calcio, lo cual últimamente se ha visto que el índice de Calcio no tiene la sensibilidad suficiente como para descartar la enfermedad coronaria subyacente, ni la especificidad tan elevada, se ha publicado que hasta el 19% de los pacientes sin calcificación coronaria tienen lesiones obstructivas en arterias epicárdicas.

En los pacientes con dolor torácico y antecedente de enfermedad coronaria, como infarto de miocardio o revascularización, se aconseja practicar una prueba funcional para detectar isquemia. La prueba más adecuada depende de la disponibilidad local, la capacidad de ejercicio y las alteraciones del ECG basal.

TIPOS DE ESTUDIOS FUNCIONALES:

PRUEBA ERGOMETRICA GRADUADA.

La prueba de esfuerzo convencional, tiene un papel importante en el diagnóstico de la angina de esfuerzo, especialmente en los pacientes que pueden realizar un esfuerzo reglado y un ECG basal normal. Su especificidad y sensibilidad no son muy elevadas (entre el 70 y el 80%, dependiendo de la experiencia de los exploradores y de su habilidad para conseguir una prueba máxima limitada por síntomas) y son mucho menores si el ECG basal está alterado por trastornos de la conducción ventricular, depresión del ST por hipertrofia ventricular, o en pacientes revascularizados. De todas formas, la prueba de esfuerzo convencional es una técnica barata y que aporta información adicional sobre la capacidad funcional del paciente, la frecuencia cardiaca a la que aparecen la isquemia o la respuesta tensional, importantes en la estratificación y el pronóstico.

Se utiliza el score de Duke, obtenida según la siguiente fórmula:

Tiempo de ejercicio [min] – (5× máxima desviación del ST [mm]) – (4 × angina)

Angina: 0, sin angina; 1, angina; 2, angina que obliga a suspender la prueba.

Una puntuación superior a 4 puntos se correlaciona con un riesgo bajo y una supervivencia a los 5 años del 97%. Una puntuación entre 4 y -10 se considera un riesgo moderado y con una supervivencia a los 5 años del 91%. Obtener una puntuación de -11 o inferior se considera un riesgo alto y se ha descrito una supervivencia a los 5 años de sólo el 72%.

Objetivos:

- Provocación e identificación de isquemia miocárdica en pacientes con sospecha de enfermedad arterial coronaria (EAC).
- Evaluación de la severidad anatómica y funcional de la EAC.
- Predicción de eventos cardiovasculares.
- Evaluación de la capacidad física y la tolerancia esfuerzo.
- Evaluación de los síntomas relacionados con el ejercicio.
- Evaluación de la competencia cronotrópica, arritmias y respuesta al tratamiento

En pacientes con dispositivo implantado.

- Evaluación de la respuesta a las intervenciones médicas.

Es importante que el cardiólogo que realice la prueba tenga claro el propósito de la misma, con el objetivo de realizar una prueba de ejercicio individual, utilizando la metodología apropiada, seleccionando el momento adecuado para finalizar la prueba, brindando de esta manera mayor seguridad, un diagnóstico más preciso e información pronóstica.

Durante el ejercicio dinámico, la frecuencia cardíaca (FC) se incrementa linealmente con la carga de trabajo y la demanda de oxígeno. El valor esperado se puede predecir de acuerdo a la edad y sexo a partir de ecuaciones y tablas disponibles. Por ejemplo FC máxima: 220-edad en años.

Existe una variabilidad entre sujetos de la misma edad (± 12 latidos por minuto). En consecuencia, lograr el 85% de la frecuencia cardíaca máxima se considera suficiente, siendo ideal, si el objetivo es diagnóstico, alcanzar el 100%, aumentando de esta manera la sensibilidad del estudio.

El ejercicio dinámico aumenta la FC más que cualquier ejercicio de resistencia. Un aumento normal de la FC durante el ejercicio es ≈ 10 lpm por equivalente metabólico (MET).

Una respuesta acelerada de la FC puede explicarse en sujetos no entrenados, tras un reposo prolongado o en respuesta a la anemia, trastornos metabólicos, o disfunción ventricular. Un aumento gradual por debajo de lo esperado en la FC durante una prueba de esfuerzo progresiva podría atribuirse a un mayor nivel de entrenamiento.

La respuesta inadecuada de la FC se denomina incompetencia cronotrópica y puede ser sugestiva de una disfunción del nodo sinusal.

El cambio en la FC inmediatamente después de la terminación de la prueba de ejercicio, denominado FC de recuperación, generalmente exhibe una rápida caída durante los primeros 30 segundos después del ejercicio, secundario a la reactivación vagal, seguido por un retorno más lento al estado basal.

La recuperación anormal de la FC es de valor pronóstico.

La presión sanguínea es dependiente del gasto cardíaco y la resistencia vascular periférica. La presión arterial sistólica aumenta con la dinámica de trabajo como resultado del aumento del gasto cardíaco, mientras que la presión diastólica por lo general sigue siendo la misma o se reduce moderadamente debido a la vasodilatación vascular.

El aumento promedio de la presión arterial sistólica durante una prueba de esfuerzo progresiva es de aproximadamente 10 mm Hg por MET.

El consumo de oxígeno del miocardio está determinado principalmente por el estrés de la pared intramiocárdica, la contractilidad y la FC.

El mismo puede ser estimado durante la prueba de esfuerzo por el doble producto o producto frecuencia-presión arterial sistólica.

Existe una relación lineal entre el consumo de oxígeno del miocardio y el flujo sanguíneo coronario. Durante el ejercicio, el flujo de sangre coronaria aumenta 5 veces el valor de reposo. Un sujeto con EAC no puede proporcionar un flujo de sangre coronaria adecuado para satisfacer las demandas metabólicas del miocardio afectado durante el ejercicio y, en consecuencia, se produce isquemia de miocardio. La isquemia se produce por lo general en el mismo producto frecuencia-presión o a la misma carga de trabajo externo.

El consumo de oxígeno máximo es la mejor medida de la aptitud cardiovascular. El mismo no puede ser superado, a pesar de un aumento en la producción de trabajo.

El Protocolo de Bruce fue desarrollado como una prueba de diagnóstico eficaz para hombres de mediana edad, sin embargo, podría no ser el protocolo óptimo para evaluar la capacidad de ejercicio en poblaciones heterogéneas,

sobre todo en personas de edad avanzada, obesas. Los grandes incrementos en los requerimientos aeróbicos entre las etapas sucesivas determinan a menudo como resultado la terminación prematura del ejercicio con el protocolo de Bruce debido a limitaciones físicas en lugar de agotamiento fisiológico, disminuyendo de este modo las implicaciones pronósticas del bajo rendimiento obtenido. En estos casos deberían utilizarse protocolos alternativos.

Contraindicaciones absolutas y relativas al ejercicio

Las mismas se desprenden del balance entre el riesgo de realizar la prueba y el beneficio en la información obtenida. Dicha información requiere del conocimiento de la finalidad de la prueba.

Contraindicaciones absolutas

- infarto agudo de miocardio dentro de los primeros 2 días.

- angina inestable. No dentro de las 48 hs de un SCA.
- Arritmia cardíaca no controlada o con repercusión hemodinámica.
- Endocarditis activa.
- Estenosis aórtica severa sintomática.
- Insuficiencia cardíaca descompensada.
- Embolia pulmonar aguda, infarto pulmonar, trombosis venosa profunda.
- Miocarditis aguda o pericarditis.
- Disección aórtica aguda.
- Incapacidad física que impida realizar una prueba segura y adecuada.

Contraindicaciones relativas

- EAC severa conocida, con lesión severa de TCI o ADA proximal.
- Estenosis aortica severa con síntomas poco claros.
- Taquiarritmias ventriculares.
- Bloqueo AV completo u avanzado.
- Miocardiopatía hipertrófica obstructiva severa.
- Accidente cerebrovascular o Ataque isquémico transitorio reciente.
- Deterioro mental con capacidad limitada para cooperar.
- Hipertensión en reposo > 200/110 mm Hg.
- Anemia significativa, desequilibrio de electrolitos, hipertiroidismo severo.

En algunos pacientes con dificultad en la deambulaci3n por desequilibrio y limitaciones ortopédicas es preferible utilizar el cicloergometro, mientras que otros individuos desarrollan antes fatiga con la bicicleta.

El protocolo de la prueba debe ser seleccionado de acuerdo al paciente y la finalidad de la prueba.

Complicaciones secundarias a la prueba de esfuerzo

Cardiacas

- Bradiarritmias.
- Taquiarritmias.
- Síndromes coronarios agudos.
- Insuficiencia cardíaca.
- Hipotensi3n, síncope y shock.
- Muerte (rara, frecuencia menor de 1 por 10 000 pruebas).

No Cardiacas

- Trauma musculoesquelético.
- Lesiones de tejidos blandos.

Otras.

- Fatiga severa, malestar general, mareos

Finalizaci3n de la Prueba:

Indicaciones absolutas.

- Elevaci3n del segmento ST (>1,0 mm) en las derivaciones sin Ondas Q debido a IM previo (excepto aVR, aVL, y V1).
- Disminuci3n de la PA sist3lica > 10 mm Hg, a pesar de un aumento de la carga de trabajo, si van acompañados de otros elementos de isquemia.
- Angina moderada a grave.
- Síntomas neurol3gicos (por ejemplo , ataxia , mareos, síncope)
- Signos de mala perfusi3n (cianosis o palidez).
- Taquicardia ventricular (TV) sostenida, BAV avanzado.
- Dificultades técnicas en el control ECG o presi3n arterial sist3lica.
- Solicitud del paciente para detener la prueba.

Indicaciones relativas

- Marcado desplazamiento del ST (horizontal o descendente > 2mm, de 60 a 80 ms después del punto J en un paciente con sospecha de isquemia.
- Disminuci3n de la presi3n arterial sist3lica > 10 mm Hg (persistentemente debajo del nivel basal) a pesar de un aumento en la carga de trabajo, en ausencia de otra evidencia de isquemia.
- Aumento del dolor torácico.
- Fatiga, disnea, sibilancias, calambres o claudicaci3n de miembros inferiores.
- Arritmias distintas de TV sostenida, incluyendo multifocal ectopia, Tripleta ventricular ,taquicardia supraventricular, y bradiarritmias que puedan convertirse en arritmias más complejas.
- Exagerada respuesta hipertensiva (presi3n arterial sist3lica > 250 mm Hg o presi3n arterial diast3lica > 115 mm Hg).
- Desarrollo de un bloqueo de rama que no puede distinguirse de TV.

Período Postesfuerzo.

Algunas respuestas anormales se producen solamente en la recuperaci3n temprana, por lo cual el monitoreo debe continuar durante 6 a 8 minutos después del ejercicio, o más tiempo si el paciente presenta sintomático o si la presi3n arterial, FC y ST no han regresado a valores cercanos a la línea de base. Incluso cuando no ocurren anomalías durante la prueba, una respuesta electrocardiográfica anormal podría

producirse únicamente durante el período de recuperación.

Hipotensión y arritmias también puede estar presente en el período de recuperación.

Marcapasos y desfibrilador implantable

Las pruebas de esfuerzo se pueden utilizar para evaluar la tasa de respuesta de los marcapasos implantados y en ocasiones revela anomalías que puede limitar la capacidad de esfuerzo.

En pacientes con desfibriladores implantados que son accionados por ritmo rápido la función de disparo debe estar deshabilitada temporalmente antes de llegar a la FCM. En la presencia de un ritmo ventricular estimulado, el ECG no se puede evaluar para isquemia, y debe tenerse en cuenta que la " Memoria del marcapasos " podría producir repolarización anormal e imitar la isquemia cuando se interrumpe la estimulación a largo plazo.

Interpretación del resultado, diagnóstico y pronóstico de EAC.

Comprender las interacciones entre sensibilidad, especificidad y valores predictivos es necesario para optimizar el uso de la prueba de esfuerzo. Un metanálisis reciente reveló una sensibilidad de 68% y una especificidad de 77% de la prueba de esfuerzo para el diagnóstico de EAC.

El índice de Duke predice el riesgo individual de muerte sobre la base de una combinación ponderada de la duración del ejercicio, la depresión del segmento ST, y la presencia y naturaleza de angina durante la prueba, existiendo tablas para calcular el mismo.

La depresión del segmento ST inducida por el ejercicio no es fiable para localizar la isquemia en relación al vaso coronario involucrado.

Sin embargo, la elevación del segmento ST en derivaciones sin ondas Q, si localiza la isquemia, siendo una presentación muy infrecuente.

Otros factores relacionados con la probabilidad y la severidad de la EAC incluyen el grado, el tiempo de aparición, duración y número de derivadas con depresión del segmento ST. El dolor anginoso típico es un síntoma predictor de EAC siendo mayor su valor asociado a depresión del segmento ST.

La capacidad de ejercicio aeróbico es uno de los mejores predictores individuales de riesgo de futuros eventos adversos en individuos aparentemente sanos, independiente de otros factores de riesgo tradicionales. Un metaanálisis reciente informó que por cada aumento de 1 MET en la capacidad aeróbica existe una disminución del 13 % y 15 % en las tasas de mortalidad por cualquier causa y eventos cardiovasculares.

La capacidad de trabajo máxima alcanzada durante una prueba de esfuerzo está influenciada por varios factores, incluyendo la familiarización del paciente con el ejercicio, equipos de prueba, la selección de un protocolo de ejercicio adecuado, nivel de entrenamiento del paciente y las condiciones ambientales en el momento de test.

El nivel del ST se mide con relación al extremo del segmento PR. Tres o más latidos consecutivos en la misma derivada con una línea de base estable deben ser identificados a los 60 a 80 ms después del punto J.

Los criterios estándar para la positividad de la prueba incluyen la depresión ST horizontal o descendente ≥ 1 mm a los 60 a 80 ms del punto J .

Cuando esta depresión esta en reposo se toma en cuenta solo la depresión ST adicional. Depresión del ST marcada (2,0 mm a 80 ms del punto J) puede confirmar EAC y ser predictor de futuros eventos adversos en pacientes sintomáticos.

La depresión del ST ascendente es inespecífica y dudosa.

Otras causas reconocidas de falsos negativos incluyen esfuerzo insuficiente y enfermedad coronaria anatómicamente leve.

Otros factores relacionados con la probabilidad y la severidad de la EAC incluyen el grado, el tiempo de aparición, la duración y el número de derivadas con depresión del segmento ST. La severidad anatómica y funcional de la EAC también puede estar relacionada con el tiempo de aparición de la depresión del segmento ST.

La aparición de dichas alteraciones a menor carga de trabajo implica un peor pronóstico aumentando la probabilidad de enfermedad de múltiples vasos, la duración de la depresión del ST en la fase de recuperación también puede estar relacionada con la gravedad de la EAC. La elevación del segmento ST en pacientes postinfarto con onda Q, inducida por el ejercicio se considera anormal si es > 1 mm a 60 ms después el punto J. Esto podría representar isquemia reversible en la zona o discinesia ventricular peri infarto o acinesia segmentaria del VI.

Aproximadamente el 30 % de los sujetos con infarto anterior y 15 % de los sujetos con infarto inferior presentan elevación del ST inducida por el ejercicio en derivadas con ondas Q. Sin embargo la elevación del segmento ST y la depresión del segmento ST en la misma prueba también podrían indicar enfermedad multivaso.

Las técnicas de imágenes pueden aumentar la especificidad en estos casos al demostrar la presencia concomitante de un nueva zona de isquemia miocárdica inducida asociada a los cambios recíprocos en el segmento ST en derivaciones sin onda Q.

En pacientes sin infarto previo (ausencia de ondas Q en el ECG en reposo), la elevación del segmento ST durante el ejercicio localiza el sitio de la isquemia. También puede ocurrir durante el espasmo de las arterias coronarias, pero no es un fenómeno común inducido por el ejercicio.

La elevación del segmento ST se asocia con mayor frecuencia con la obstrucción proximal fija y grave que con espasmo coronario.

Arritmias inducidas por el ejercicio se generan por el aumento del tono simpático, aumento de la demanda de oxígeno. El período de recuperación es el de mayor riesgo debido a los altos niveles de catecolaminas que están asociados con la vasodilatación generalizada. Las arritmias supraventriculares son relativamente comunes durante el ejercicio, la fibrilación auricular ocurre en el < 1 % de los individuos que se someten a ejercicio.

Se observa taquicardias paroxísticas de la unión durante el ejercicio, sólo en raras ocasiones. No suelen estar relacionadas con EAC, pero si con la edad avanzada, la enfermedad pulmonar, alcoholismo, ingestión o consumo excesivo de cafeína.

Dentro de las arritmias ventriculares, las extrasístoles ventriculares son las más frecuentes. Su prevalencia es proporcional a la edad y anomalías cardíacas.

Su diagnóstico y valor pronóstico han sido variables.

Estudios recientes han sugerido que la ectopia ventricular frecuente o compleja durante el ejercicio, y en particular en la recuperación puede ser un marcador predictivo independiente de MSC.

Los trastornos en la conducción intracardiacos pueden estar presentes previamente, desarrollarse en el ejercicio o desaparecer.

La importancia clínica de bloqueo AV inducida por el ejercicio, Mobitz tipo II generalmente se relaciona de EAC o estenosis de la válvula aórtica y podría preceder el bloqueo permanente.

Las pruebas de esfuerzo se pueden realizar en pacientes con bloqueo AV completo congénito si no hay coexistencia con otras anomalías congénitas que reducen la seguridad de la prueba. El desarrollo de bloqueo completo durante la prueba de esfuerzo es poco común, pero puede estar relacionada con isquemia transitoria.

La prueba de esfuerzo proporciona un método estandarizado para evaluar el pronóstico, independientemente de si está presente la EAC. La capacidad de ejercicio, o la cantidad de trabajo realizado antes del agotamiento, es el predictor más potente de sobrevida.

Una inadecuada respuesta cronotrópica es predictiva de eventos cardíacos y muerte por todas las causas.

La disminución de la presión arterial sistólica por debajo de valor de reposo ≥ 10 mm Hg es un marcador de evento adverso e indicación de finalizar la prueba. Las causas de la misma podrían estar relacionadas con

isquemia grave, estenosis aórtica, obstrucción del TSVI, disfunción severa del VI.

Usos adicionales de la prueba de esfuerzo

Prescripción del ejercicio

La evaluación de la respuesta de ejercicio y la determinación de la capacidad funcional son particularmente útiles en el desarrollo del plan de ejercicios o de la prescripción segura del mismo, tipo e intensidad.

Estos resultados determinan las limitaciones o contraindicaciones a mayores intensidades de ejercicio o tipos de programas de ejercicio, aunque esto se aplica principalmente a los pacientes con cardiopatía estructural.

Evaluación de la respuesta terapéutica:

En muchos casos en pacientes en rehabilitación cardiovascular se puede observar una mejoría en la clase funcional (CF), siendo un elemento de mejor pronóstico.

Es útil además la evaluación de los síntomas, aparición en relación a una mayor o menor CF.

Evaluación del riesgo perioperatorio de cirugía no cardíaca

En la mayoría de los pacientes ambulatorios, la prueba de esfuerzo proporciona una estimación de la capacidad funcional y la detección de la isquemia miocárdica a través de cambios en el ECG y la respuesta hemodinámica.

En los pacientes con anomalías importantes en el ECG en reposo las técnicas de imagen deberían ser consideradas así como en pacientes con limitaciones funcionales que no pueden realizar ejercicio por claudicación, alteraciones osteoarticulares, etc.

Pacientes Asintomáticos

No se recomienda la realización de estudios funcionales de isquemia de rutina en sujetos asintomáticos con bajo riesgo de EAC. Aunque no existe evidencia de que el desarrollo de alteraciones electrocardiográficas a baja carga se asocie a un mayor riesgo de eventos futuros el riesgo en estas poblaciones sigue siendo bajo. En voluntarios aparentemente sanos del Estudio Longitudinal de Baltimore una alteración del segmento ST en el ejercicio se asoció con un riesgo 3 veces mayor de EAC que la asociada con un respuesta normal.

En el análisis retrospectivo de los asintomáticos de bajo riesgo hombres y mujeres en el estudio Framingham, alteraciones en el ST por sí sola identifican un riesgo mayor de EAC. Con respecto a los asintomáticos, pero que tienen factores de riesgo de EAC, la prueba de esfuerzo podrían tener mayor valor predictivo.

En el estudio de Seattle, 223 hombres con ≥ 1 factor de riesgo (antecedentes familiares, tabaquismo, hipertensión arterial $> 140/90$ mm Hg, hipercolesterolemia y anomalías en el ejercicio (angor, depresión del ST $> 1,0$ mm en < 6 minutos de ejercicio), tenían un riesgo aumentado de eventos de 30 veces más.

Las pruebas de esfuerzo no tuvieron valor predictivo en el grupo sin factores de riesgo.

En estudios clínicos de Prevención Coronaria, 228 hipercolesterolémicos

hombres con > 1 mm de depresión del ST en la ergometría tenían 5.7 veces más riesgo de muerte por EAC que aquellos con una prueba negativa. Curiosamente, una prueba positiva no fue significativamente asociada con IAM no fatal.

En el análisis retrospectivo: Multiple Risk Factor Intervention Trial, en 99.229 pacientes, utilizando el índice ST / FC se encontró un aumento de casi 4 veces en la tasa de muerte a los 7 años por EAC entre hombres con una prueba de esfuerzo anormal.

Por lo tanto, en los hombres asintomáticos > 40 años, con ≥ 1 factor de riesgo, la prueba de esfuerzo podría proporcionar información útil pronóstica y como guía para la intervención agresiva de los factores de riesgo.

Los datos recientes sugieren que esto podría hacerse extensivo a las mujeres.

Sin embargo, para validar estas sugerencias se necesita la evaluación prospectiva de los resultados.

Está indicada también en sujetos asintomáticos como evaluación previa al ejercicio físico vigoroso, el cual se define como el ejercicio que requiere un consumo de oxígeno ≥ 6 METS o 21 ml kg⁻¹ min. El mismo se relaciona con un mayor riesgo de infarto y MSC en relación al ejercicio de menor intensidad y al sedentarismo.

Los exámenes de rutina en individuos jóvenes asintomáticos de bajo riesgo no se recomiendan, pero sí recomienda una prueba de esfuerzo antes de iniciar un programa de ejercicio vigoroso en las personas asintomáticas con factores de riesgo coronario y en hombres y mujeres > 45 y 55 años respectivamente.

No deben ser un obstáculo para la rutina de ejercicios en personas de bajo riesgo.

La prueba de esfuerzo antes de iniciar un ejercicio vigoroso en sujetos asintomáticos es de utilidad en identificar otros riesgos que impliquen una intervención mayor en las medidas de prevención, como incompetencia cronotrópica, limitada Capacidad de esfuerzo, o anomalías en presión arterial. Además, los pacientes asintomáticos con mayor riesgo de EAC obstructiva podrían beneficiarse de la tranquilidad proporcionada por una prueba normal, que podría facilitar la prescripción y el mejor cumplimiento del ejercicio vigoroso.

Las pruebas de esfuerzo se recomiendan antes de realizar ejercicio vigoroso o deportes competitivos en personas con dolor torácico o disnea de esfuerzo, con o sin CAD conocida, para evaluar si el ejercicio es apropiado, establecer límites de capacitación y

desarrollar una prescripción de ejercicio. También se recomienda antes de prescribir el ejercicio en pacientes asintomáticos con riesgo elevado por enfermedades equivalentes de EAC como diabetes mellitus, enfermedad carotídea sintomática, enfermedad vascular periférica o riesgo vascular calculado mayor a ≥ 20 %.

Prueba de esfuerzo en Mujeres.

Las pruebas de esfuerzo tienen valor diagnóstico y pronóstico similar en mujeres. La depresión del segmento ST con la prueba de esfuerzo tiene en las mujeres una sensibilidad y especificidad de 61 % y 70 %, respectivamente. Estos valores son algo menores pero similares a los encontrados en el sexo masculino (68 % y 77% respectivamente). La capacidad de ejercicio es un potente predictor pronóstico.

En una revisión retrospectiva se encontró que por cada aumento de MET en la capacidad de ejercicio, había un 25 % reducción de la tasa de muerte por todas las causas.

En una cohorte de 5721 de mujeres asintomáticas, la capacidad de ejercicio fue un predictor independiente de muerte y por cada MET adicional presentaron una reducción del 17 % en la tasa de muerte todas las causas.

Además, la incapacidad para alcanzar el 85 % de la FC máxima se asoció con un riesgo de dos veces mayor de muerte por cualquier causa. El uso del índice de Duke para el diagnóstico y el pronóstico de la EAC en mujeres con probabilidad intermedia de CAD ha sido bien establecido, ya que las mujeres se incluyeron en la descripción inicial de este score.

Pacientes añosos

El uso óptimo de la prueba de esfuerzo en el adulto mayor (≥ 65 años).

Requiere que se consideren los cambios asociados con la edad en la respuesta al ejercicio aeróbico y diferencias en la prevalencia y severidad de la EAC.

La respuesta fisiológica al ejercicio aeróbico presenta importantes cambios con la edad, incluso en ausencia de enfermedades cardiovasculares.

A pesar de la mayor prevalencia y severidad de CAD con la edad, la prueba de esfuerzo sigue siendo un procedimiento seguro en el anciano.

La isquemia miocárdica en el adulto mayor puede presentarse como disnea, fatiga o mareos en lugar de dolor torácico típico.

La prueba de esfuerzo es útil para evaluar la evolución de los pacientes con cardiopatía isquémica estable y los que han tenido infarto de miocardio. Los datos disponibles en el adulto mayor, aunque más limitados, sugieren un valor pronóstico similar en esta edad.

En pacientes ancianos con cardiopatía isquémica estable, la prueba de esfuerzo también tiene valor diagnóstico y pronóstico.

Evaluación del dolor torácico en la Urgencia.

De acuerdo con los principios bayesianos, el mayor valor diagnóstico se encuentra en el subgrupo de pacientes de riesgo intermedio.

La prueba de esfuerzo debe realizarse teniendo en cuenta que el paciente debe estar clasificado como de bajo riesgo clínicamente con marcadores biológicos seriados negativos y ECG en el momento de la presentación y antes de la prueba de esfuerzo sin cambios significativos. Lo cual reduce los ingresos hospitalarios facilitando el egreso tras la evaluación clínica segura y temprana.

Insuficiencia Cardíaca

Aunque el enfoque general de la prueba de esfuerzo en la población con insuficiencia cardíaca es similar a otros grupos, la selección del protocolo amerita una consideración especial. Muchos de estos pacientes tienen una disminución significativa de su capacidad funcional, la cual es de valor pronóstico.

Evaluación y Prescripción de ejercicio en pacientes con EAC conocida.

El ejercicio físico en pacientes con EAC en rehabilitación tiene múltiples beneficios, entre ellos aumentar la capacidad de ejercicio, reduce los síntomas o el umbral en la presentación de los mismos.

Los ejercicios de rehabilitación cardíaca reducen las muertes totales, muertes cardiovasculares, y los reingresos hospitalarios en más del 25 % de los pacientes después de un evento cardiovascular.

PRUEBAS DE IMAGEN SENSIBILIZADAS CON EJERCICIO O ESTRÉS FARMACOLÓGICO.

En los casos con ECG basal alterado, podemos recurrir a las técnicas de imagen y cuando el paciente es incapaz de realizar un esfuerzo físico, se puede utilizar fármacos para aumentar el trabajo miocárdico y revelar una isquemia subyacente (dobutamina o adenosina). Todas las variantes técnicas no invasivas son posibles, y en general la sensibilidad de estas pruebas está entre el 85 y el 90%, con una especificidad un poco menor (entre el 80 y el 85%). Son técnicas con una curva de aprendizaje importante y con costos no despreciables, por lo que deberían ser excluyentes entre sí, y su elección depende mucho del paciente y sobre todo de la disponibilidad y la experiencia del centro.

Pueden proporcionar una mayor precisión diagnóstica en cuanto a la topografía y cuantificación del miocardio isquémico.

Las ventajas de las técnicas de imágenes incluyen la posibilidad de calcular la fracción de eyección, la extensión y distribución de la isquemia, la presencia de la calcificación coronaria, y, en algunos casos, incluso la intrínseca estructura de la estenosis, todos los cuales son potentes predictores de riesgo tanto para la muerte y los eventos cardiovasculares.

Muchas veces estos estudios son solicitados para complementar y no sustituir la prueba ergométrica, la cual tiene enormes ventajas, la primera, es una técnica, barata, cómoda, inocua para el paciente y reproduce el ejercicio dinámico de la manera más fisiológica.

Por tal motivo la sensibilización con el esfuerzo ergométrico siempre está indicada de elección en los estudios de imagen, a menos que la prueba ergométrica no haya sido suficiente, existan contraindicaciones o limitaciones en el ejercicio, alteraciones ECG que dificulten la interpretación del mismo.

Sigue siendo relativamente difícil determinar cuándo el estrés farmacológico debe sustituir el esfuerzo para determinar el pronóstico en que el rendimiento del ejercicio podría ser bajo.

El estrés farmacológico es útil en particular cuando el ECG en reposo tiene alteraciones en la línea de base (bloqueo de rama izquierda o depresión > 1 mm del ST en reposo) que limitan la interpretación del ECG de esfuerzo.

La cascada isquémica da lugar a alteraciones que ocurren en una rápida secuencia característica, normalmente se producen alteraciones regionales, luego alteraciones ECG y por último angina.

La utilidad de los estudios de perfusión o la ecocardiografía con dobutamina para evaluar la viabilidad miocárdica y predecir el beneficio de la revascularización quirúrgica en un subgrupo de pacientes con disfunción ventricular isquémica del ensayo STICH²³. Si bien la detección de viabilidad se asoció con la mortalidad en el seguimiento, esta asociación dejó de ser significativa tras ajustar por otras variables clínicas y, lo que es más llamativo, la detección de miocardio viable no predijo un mayor beneficio de la revascularización. Estos resultados contradicen los de otros estudios previos y podrían explicarse por múltiples factores (sesgos de inclusión, frecuentes cruzamientos tras la aleatorización en el tratamiento asignado, etc.), pero sin duda merecen ser contrastados en futuros estudios. Más acordes con la opinión tradicional son los resultados de un reciente estudio observacional, que mostró que la revascularización es más beneficiosa cuanto más severa es la isquemia y menos extensa la necrosis en la tomografía de estrés.

Pruebas de estrés farmacológico.

En pacientes que no pueden realizar ejercicio debido a falta de condición física, enfermedad vascular periférica, discapacidades

osteoarticulares, alteraciones neurológicas u otras enfermedades, se pueden utilizar agentes farmacológicos para inducir el aumento de la demanda de oxígeno del miocardio.

Los agentes adrenérgicos tales como dobutamina determinan un aumento en la demanda de oxígeno tras aumentar la contractilidad, la frecuencia cardíaca y la presión arterial.

Se administra por vía intravenosa aumentando la dosis cada 3 minutos hasta llegar a la dosis máxima controlando en cada etapa la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el ECG. La prueba finaliza al alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca.

A menos que se presenten antes otras alteraciones que indiquen suspender la prueba como taquicardia ventricular, angina de pecho, efectos secundarios intolerables, y aumento o disminución significativa en la presión arterial.

De no lograrse la frecuencia cardíaca objetivo tras la infusión de dobutamina, puede administrarse atropina intravenosa.

Las complicaciones de la infusión de dobutamina son náuseas, dolor de cabeza, temblor, ansiedad, angina de pecho y dolor torácico atípico, arritmias auriculares y ventriculares, y la hipertensión o hipotensión. El infarto de miocardio ocurre en $< 0,02$ % de los casos y la muerte en $< 0,002$ %. Las complicaciones son muy infrecuentes.

Los efectos secundarios o complicaciones pueden ser tratados betabloqueantes.

Los vasodilatadores tales como adenosina y dipiridamol pueden provocar vasodilatación coronaria epicárdica en arterias normales.

Debido a que las arterias coronarias con estenosis significativas utilizan la reserva vasodilatadora en reposo para mantener el flujo coronario, no pueden aumentar el flujo como las arterias sin estenosis, produciéndose un efecto robo.

La técnica de imagen nuclear de perfusión con agentes vasodilatadores es útil en particular para el diagnóstico de EAC en pacientes con bloqueo de rama izquierda.

En los cuales los defectos de perfusión pueden producirse en pacientes con coronarias normales y estrés con dobutamina.

Los efectos secundarios de agentes vasodilatadores incluyen enojecimiento, dolor torácico, cefaleas, náuseas, disnea y bloqueo AV, que en general revierten con aminofilina.

Adenosina y dipiridamol no debe ser utilizado en pacientes con trastornos en la conducción avanzados y sin marcapasos definitivo, o en pacientes con asma grave o enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Los pacientes deben abstenerse del consumo de cafeína durante 24 horas antes del examen.

Centellograma de Perfusión Miocárdica

Proporciona información fundamental al cuantificar la isquemia evaluando topografía, extensión, severidad y viabilidad siendo altamente reproducible. Los defectos de perfusión tienen un importante valor predictivo para eventos coronarios, siendo directamente proporcionales a la magnitud de la isquemia lo cual los hace fundamentales en la toma de decisiones terapéuticas, un estudio normal determina no realizar procedimientos invasivos, en cambio, la isquemia moderada o severa amerita la indicación de una coronariografía.

La severidad de un defecto de perfusión es proporcional al grado de estenosis arterial, la presencia de circulación colateral y la reserva coronaria. La extensión del defecto por otra parte se relaciona con el número de vasos comprometidos y la ubicación proximal o distal de la estenosis. La isquemia extensa, sobretodo en el territorio de la arteria descendente anterior o defectos en más de un territorio se relacionan con un mayor riesgo de eventos coronarios mayores.

Se aplican modelos de 17 o 20 segmentos, asignando a cada segmento un sistema de 5 puntos, en orden creciente de severidad. Se obtiene mediante la suma de puntos de los segmentos patológicos una puntuación total para el estrés y otra para el reposo y una puntuación diferencial que traduce la reversibilidad del defecto, ósea la isquemia. Una puntuación de estrés menor de 4 es normal, 4 a 8 levemente anormal, 9 a 13 moderadamente anormal y más de 13 severamente anormal. Los defectos en el estrés traducen isquemia, así como fibrosis o hibernación. En el reposo son aéreas de necrosis, pudiendo corresponder a aéreas de miocardio hibernado. En los defectos fijos de perfusión, se valora la puntuación diferencial, si es menos de 2 se considera no isquémico, de 2 a 6 levemente isquémico y más de 6 moderada a severamente isquémico.

En algunos pacientes con patología coronaria difusa y severa debido a la reducción del flujo balanceada, pueden no presentar un defecto en la perfusión al distribuirse el radiofármaco en forma homogénea. En estos casos adquieren relevancia otras alteraciones que si pueden estar presentes y pueden evitar decisiones incorrectas y sugerir un estudio falso negativo. Estas anomalías inducidas por el estrés no están vinculadas a la perfusión y son predictores independientes de alto riesgo.

Por otra parte los cambios electrocardiográficos, la angina, la repercusión hemodinámica también tienen valor diagnóstico y pronóstico.

Anomalías de alto riesgo no vinculadas con la perfusión:

Aumento de la captación pulmonar: Se caracteriza por un incremento durante el estrés del índice pulmón/corazón, tras la isquemia miocárdica

desencadenada por el estrés se produce una disfunción sistólica o diastólica del ventrículo izquierdo, que determina un aumento de la presión diastólica final del VI, hipertensión venocapilar pulmonar y extravasación intersticial.

Dilatación transitoria del ventrículo izquierdo:

Normalmente en el ejercicio o en el postesfuerzo existe un aumento de la función sistólica que se traduce en una disminución de la cavidad ventricular. Esto ocurre en los estudios con ejercicio o dobutamina, no así con vasodilatadores. La dilatación transitoria del ventrículo izquierdo en la fase de estrés, traduce una disfunción sistólica inducida por la isquemia o hipoperfusión subendocárdica difusa por isquemia extensa. En general esta anomalía cuando traduce enfermedad coronaria severa está asociada a múltiples defectos de perfusión.

Es un marcador de riesgo de baja sensibilidad pero muy específico, y se asocia a un mal pronóstico. Su presencia, aun en ausencia de defectos de perfusión, obliga a descartar la existencia de enfermedad coronaria, sobre todo si se trata de un paciente añoso con angina típica o diabetes.

Además de la enfermedad coronaria, la dilatación transitoria del VI puede estar presente en pacientes añosos, mujeres, antecedente de infarto de miocardio, baja capacidad de ejercicio, enfermedad microvascular, hipertensión arterial, hipertrofia ventricular izquierda, VI pequeño, diabetes mellitus, miocardiopatía dilatada, cardiomiopatía hipertrófica, estenosis aórtica severa y arritmias transitorias. Anomalías que también están relacionadas con una alta morbimortalidad, por lo cual la dilatación transitoria del VI predice en forma independiente futuros eventos cardíacos sin considerar la etiología. Debe descartarse que sea el resultado de artefactos técnicos derivados de movimiento del paciente, del filtro de reconstrucción tomográfica u otros factores.

Aumento del volumen de fin de diástole y sístole del ventrículo izquierdo postestrés:

Durante el ejercicio o bajo estímulo farmacológico con dobutamina, la respuesta fisiológica ventricular normal es aumentar la contractilidad y el gasto cardíaco dando como resultado la disminución del volumen de fin de diástole y de fin de sístole. Lo mismo ocurre tras el estímulo con dipiridamol o adenosina, al disminuir la presión arterial media y el retorno venoso. En pacientes con enfermedad coronaria, el aumento de los volúmenes de fin de sístole y diástole postestrés está asociado a extensión y severidad de la isquemia, tienen una alta tasa de eventos cardíacos y mayor mortalidad, independientemente del valor de la fracción de eyección y de los hallazgos de la perfusión. Sin embargo esto no es específico de la enfermedad coronaria pudiendo observarse en otras patologías no isquémicas.

Disminución de la FEVI postestrés:

Normalmente, la contractilidad del VI se incrementa con el ejercicio o la dobutamina. En paciente con enfermedad coronaria la FEVI no se incrementa e incluso puede disminuir. Se debe a una disfunción ventricular transitoria que cesa al mejorar la isquemia y se denomina aturdimiento miocárdico. Cuanto mayor es la magnitud de la caída de la FEVI mayor la severidad de la cardiopatía coronaria. La principal limitación de este parámetro radica en que la FEVI postestrés puede variar, dependiendo del momento de adquisición de las imágenes ya que el miocardio aturdimiento puede recuperarse a los 30 minutos de cesado el estrés.

Incremento de la captación del trazador por el ventrículo derecho en el estrés

Normalmente, el ventrículo derecho es poco visible en los estudios de perfusión, por su escasa masa miocárdica en condiciones fisiológicas. En paciente con enfermedad coronaria severa se produce una reducción difusa en la captación del trazador por el VI, provocando un aumento relativo en la captación del VD. El incremento transitorio de captación en el VD durante el estrés es altamente sensible pero inespecífico para detección de enfermedad de tronco de la coronaria izquierda o de múltiples vasos. Puede verse captación significativa en casos de hipertrofia ventricular derecha en enfermedades que determinan sobrecarga crónica del ventrículo derecho lo cual determina su baja especificidad.

Tiene mayor valor pronóstico el patrón de reversibilidad de la perfusión ventricular derecha que el aumento permanente de su captación. Además puede no estar presente si existe estenosis proximal de la arteria coronaria derecha, por disminución del flujo, aun con enfermedad coronaria severa y extensa.

Técnicas de imagen nuclear de perfusión miocárdica

Se pueden utilizar la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) o tomografía por emisión de positrones (PET).

El SPECT es una técnica actualmente más disponibles y técnicamente menos exigente que el PET.

En comparación con la SPECT, el PET normalmente tiene mayor resolución espacial y temporal, con una dosis efectiva de radiación inferior, permite la medición cuantitativa de la perfusión miocárdica, y se puede realizar más rápidamente.

La sensibilidad de SPECT con ejercicio o vasodilatador en la detección de estenosis de la arteria coronaria ≥ 50% es de 87 %, con especificidades de 73 % a 89%.

Ecocardiograma Estrés.

La ecocardiografía de estrés es un estudio útil y validado para el diagnóstico de EAC, teniendo un rol fundamental en el pronóstico y la estratificación de riesgo de pacientes con sospecha de EAC.

Es de gran utilidad en la valoración preoperatoria previo a cirugía no cardíaca y en la evaluación de la viabilidad miocárdica.

Es un estudio menos costoso que otros estudios de imagen y otorga información diagnóstica y pronóstica equivalente a la imagen de perfusión SPECT. Permite además la evaluación de anomalías valvulares y del pericardio, el tamaño de las cámaras, y el grosor de las paredes.

Las sensibilidades de la ecocardiografía de estrés para la detección de estenosis de la arteria coronaria $\geq 50\%$ varía de 68% a 98% en diferentes poblaciones, con especificidades de 44% a 100%. El Eco estrés ejercicio tiene una sensibilidad del 85% y especificidad del 80%. El ecocardiograma dobutamina 83% y 85%.

La sensibilidad de la ecocardiografía de ejercicio y el estrés farmacológico se reduce en pacientes con ventanas acústicas limitadas y mala calidad de imagen.

Es de utilidad pronóstica documentada en pacientes independiente de la probabilidad pre-test, síntomas, EAC previa y en pacientes asintomáticos con factores de riesgo vascular.

El valor pronóstico del estudio no varía con la capacidad de ejercicio a diferencia de la prueba de esfuerzo.

El resultado normal de este estudio se asocia con una tasa anual de muerte cardíaca e infarto de miocardio no fatal de menos de 1%, equivalente al de una población normal del mismo sexo y edad, por lo cual estos pacientes no requieren una mayor evaluación diagnóstica, a menos que haya un cambio en su estado clínico.

Los pacientes con un ecocardiograma con estrés farmacológico cuyo resultado es normal tienen una tasa de eventos ligeramente más alta que la de los pacientes sensibilizados con ejercicio, lo cual se puede explicar por el perfil de riesgo más alto de los pacientes que no son capaces de realizar el estrés con ejercicio, ancianos y con más comorbilidades. Los pacientes con anomalías extensas inducidas por el estrés en una distribución multivascular tienen un riesgo alto de mortalidad y eventos cardíacos. En quienes está indicada la coronariografía.

Un índice de puntuación de motilidad parietal con el ejercicio mayor a 1.4, o una FE menor a 50% con el ejercicio, conllevan un pronóstico adverso.

Los resultados de la ecocardiografía de estrés han sido combinados con el score de Duke y variables clínicas, incluyendo edad, sexo, síntomas, tolerancia al ejercicio, doble producto, y severidad de las anomalías de la motilidad parietal.

La función del VI en reposo, expresada como el índice de puntuación de motilidad parietal, o la FE, son predictores de eventos adversos.

Los pacientes con disfunción del VI en reposo pero sin isquemia miocárdica inducible tienen un riesgo intermedio, mientras que los pacientes con disfunción del VI en reposo y nuevas anomalías de la motilidad parietal tienen el mayor riesgo de muerte y eventos cardíacos adversos. La aquinesia que se vuelve disquinesia está asociada con una disfunción del VI más severa, ausencia de defectos de perfusión reversibles y una muy baja probabilidad de mejoría regional después de la revascularización.

Las variables de mal pronóstico en el ecocardiograma estrés incluyen: disfunción del VI en reposo, isquemia extensa, una pobre respuesta de la FE o falla para disminuir el volumen telesistólico con el ejercicio, anomalías de la motilidad regional con una distribución multivascular, un umbral isquémico bajo, hipertrofia del VI y localización de las anomalías de la motilidad parietal en el territorio de la arteria descendente anterior.

En presencia de terapia antiisquémica concomitante, un resultado positivo es más adverso desde el punto de vista pronóstico, y un resultado negativo es menos benigno.

El valor pronóstico de la ecocardiografía de estrés está bien establecido tanto en hombres como en mujeres. A pesar de que algunos estudios han reportado una mayor incidencia de eventos cardíacos mayor en hombres que en mujeres después de un estudio normal, la magnitud del riesgo asociado con las anomalías de la ecocardiografía de estrés es independiente del sexo.

En los pacientes con cardiopatía isquémica previa, la función del VI en reposo es uno de los marcadores pronósticos de mayor valor. La ecocardiografía de estrés puede ser realizada con seguridad tempranamente después del infarto, brinda la evaluación de la función global y regional ventricular, y detecta la presencia y extensión de isquemia miocárdica residual.

El valor pronóstico adicional de la ecocardiografía de estrés sobre la ergometría también existe en pacientes con función del VI anormal. En pacientes con insuficiencia cardíaca, y FE baja a causa de miocardiopatía isquémica, la isquemia miocárdica durante la ecocardiografía de estrés con dobutamina fue predictora de muerte cardíaca, especialmente entre los pacientes a los que no se les realizó revascularización coronaria.

La ecocardiografía con ejercicio ha demostrado ser una herramienta no invasiva útil para la evaluación de EAC en el adulto mayor. Las variables que reflejan la presencia de isquemia extensa son: la respuesta al ejercicio del volumen telesistólico y la fracción de eyección, la clínica, la electrocardiografía de esfuerzo, y la ecocardiografía en reposo, mejoran la predicción de eventos cardíacos y mortalidad por todas las causas. Los pacientes con anomalías de la motilidad regional tanto en reposo como inducidas por el estrés están en el riesgo más alto de eventos cardíacos.

La ecocardiografía con ejercicio es efectiva para la estratificación de riesgo cardíaco en pacientes con

diabetes mellitus. Aproximadamente uno de cada 3 pacientes con anomalías de la motilidad regional inducidas por el

ejercicio en una distribución multivaso van a experimentar muerte cardíaca o infarto de miocardio en el transcurso de 3 años posteriores al estudio de estrés. En muchos casos estos pacientes no pueden realizar un estudio de estrés con

ejercicio debido a la alta prevalencia de enfermedad vascular periférica y neuropatía. Dichos pacientes en general representan a una población de alto riesgo, comparados con aquellos que son capaces de realizar el estudio de estrés con ejercicio. La ecocardiografía de estrés con dobutamina ha demostrado dar información pronóstica en forma independiente.

Los factores de riesgo cardíaco y los estudios de estrés ayudan a identificar a pacientes de alto riesgo previo a cirugía vascular mayor, identificando a aquellos que se podrían beneficiar de revascularización coronaria o terapia farmacológica.

Los resultados brindan una mejor estratificación de riesgo que la que puede ser obtenida en base a índices clínicos. La isquemia extensa (>3-5 segmentos) tiene un fuerte impacto pronóstico y puede identificar a pacientes que se podrían beneficiar de revascularización antes de cirugía no cardíaca. La isquemia que ocurre a menos del 60% de la FCM identifica a los pacientes con mayor riesgo. Para la estratificación de riesgo preoperatorio, la ecocardiografía de estrés con dobutamina tiene una sensibilidad similar a la centellografía de perfusión miocárdica, y una mayor especificidad, así como una mejor exactitud predictiva.

En pacientes que clínicamente tienen riesgo intermedio o alto que están recibiendo bloqueadores beta, la ecocardiografía de estrés con dobutamina puede ayudar a identificar a aquellos en quienes la cirugía puede ser realizada y aquellos en quienes la revascularización cardíaca debería de ser considerada.

En pacientes después de la revascularización coronaria la ecocardiografía de estrés puede localizar la reestenosis y la oclusión del puente coronario, detectar EAC nativa no revascularizada, y evaluar la revascularización ya realizada. La ecocardiografía de estrés con resultado positivo posterior a angioplastia coronaria identifica a los pacientes en alto riesgo de angina recurrente. La isquemia detectada por ecocardiografía de estrés es altamente predictiva de eventos cardíacos. En pacientes con puentes coronarios previos, la adición de las variables de la ecocardiografía con ejercicio, como la respuesta anormal del volumen telesistólico del VI y la FE con el ejercicio, asociado a los parámetros de la valoración clínica, la ecocardiografía de reposo, y la electrocardiografía con ejercicio, brindan información incremental en cuanto a la predicción de eventos cardíacos. Sin embargo, no se recomienda su uso rutinario en pacientes asintomáticos tras la revascularización.

En la evaluación de los pacientes con angina estable la especificidad de la angina, como síntoma, para la detección de EAC subyacente, es limitada. La inducción de isquemia durante la ecocardiografía de estrés solo fue observada en aproximadamente 50% de los pacientes con angina, el ecocardiograma de estrés normal identifica a pacientes con bajo riesgo de eventos cardíacos.

Permite identificar a los pacientes con isquemia miocárdica y determinar la extensión del miocardio en riesgo y la estratificación del mismo.

Los estudios que han comparado la ecocardiografía de estrés con la imagen de medicina nuclear en la misma población, han demostrado un resultado comparable.

La estrategia basada en costo-efectividad apoya el uso de la ecocardiografía en pacientes de bajo riesgo con Sospecha de EAC, mientras que la imagen de SPECT se recomienda en aquellos con alto riesgo. Las ventajas de la ecocardiografía de estrés incluyen un tiempo más corto para la adquisición de imágenes, ausencia de radiación ionizante, portátil, disponibilidad inmediata de los resultados, un costo más bajo, y disponibilidad de información auxiliar respecto a los tamaños de las cámaras y su función, válvulas, derrame pericárdico, enfermedad de la raíz aórtica, y grosores parietales.

Resonancia Magnética Cardíaca y tomografía multicorte

La relación lineal entre la concentración de yodo en el tejido y la intensidad de la imagen hace que la tomografía computarizada sea teóricamente ideal para la medición de la perfusión miocárdica, pero las limitaciones técnicas, y la dosis de radiación de los pacientes, han limitado su desarrollo.

Las indicaciones de estas pruebas incluyen el establecimiento de un diagnóstico de EAC en pacientes sintomáticos, la determinación de la viabilidad miocárdica antes de la revascularización, la evaluación del pronóstico después de infarto de miocardio o en pacientes con angina crónica y evaluación de riesgo cardíaco antes de la cirugía no cardíaca.

En aspectos más relacionados con el daño estructural asociado al IAMCEST, la resonancia magnética ha permitido comprobar que el infarto de ventrículo derecho no es exclusivo de los infartos inferiores: en infartos anteriores se ha detectado edema en el ventrículo derecho en el 33% y necrosis en el 12% de los casos.

Tomografía computarizada multicorte.

Esta técnica, de creciente implantación, aporta dos datos diferentes. Por un lado, el estudio del calcio coronario, mensurable de forma estandarizada mediante el índice de calcificación nos indica el grado de calcificación de las coronarias y se ha correlacionado con la presencia

de lesiones significativas y eventos cardiacos. El ICa se ha utilizado como elemento de estratificación pero su utilidad en el diagnóstico de angina de pecho está en discusión y no hay una correlación exacta entre el grado de calcificación y la gravedad de las estenosis.

El segundo aporte es la facilidad para visualizar la anatomía de las arterias coronarias en una auténtica coronariografía no invasiva. Aunque la presencia de lesiones coronarias, incluso significativas, no es sinónimo de isquemia y, por lo tanto, no sirve para el diagnóstico de angina, la demostración de un árbol coronario sin lesiones significativas descarta una angina por aterosclerosis coronaria y además mejora inmediatamente el pronóstico vital del paciente. Este valor predictivo negativo elevado es una herramienta muy valiosa en la escala diagnóstica y pronóstica, pero dado que la presencia de lesiones coronarias asintomáticas no es infrecuente, puede llevar no ya a diagnósticos inexactos, sino, lo que es peor, a tratamientos innecesarios sobre lesiones coronarias que no se ha demostrado que produzcan isquemia miocárdica. Por ello, se debe reservar para pacientes con bajo riesgo pretest de lesiones coronarias y en los que el hallazgo de un árbol coronario normal finaliza completamente el proceso diagnóstico de la angina. Se han descrito muy buenos resultados en la evaluación preoperatoria de la cirugía cardíaca no coronaria en pacientes sin antecedentes de cardiopatía isquémica, en quienes se puede ahorrar más de un 80% de las coronariografías sistemáticas.

BIBLIOGRAFIA

- Borrás X, Garcia-Moll X, Gómez-Doblas JJ, Zapata A, Artigas R. Estudio de la angina estable en España y su impacto en la calidad de vida del paciente. Registro AVANCE. *Rev Esp Cardiol*. 2012
- Mark DB, Shaw L, Harrell FE, Hlatky MA, Lee KL, Bengtson JR, et al. Prognostic value of a treadmill exercise score in outpatients with suspected coronary artery disease. *N Engl J Med*. 1991;325:849-53.
- Mowatt G, Vale L, Brazzelli M, Hernandez R, Murray A, Scott N, et al. Systematic review of the effectiveness and cost-effectiveness, and economic evaluation, of myocardial perfusion scintigraphy for the diagnosis and management of angina and myocardial infarction. *Health Technol Assess*. 2004;8:1-207.
- Mahajan N, Polavaram L, Vankayala H, Ference B, Wang Y, Ager J, et al. Diagnostic accuracy of myocardial perfusion imaging and stress echocardiography for the diagnosis of left main and triple vessel coronary artery disease: a comparative meta-analysis. *Heart*. 2010;96:956-66.
- Nandalur KR, Dwamena BA, Choudhri AF, Nandalur MR, Carlos RC. Diagnostic performance of stress cardiac magnetic resonance imaging in the detection of coronary artery disease: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:1343-53.
- Keelan PC, Bielak LF, Ashai K, Jamjoum LS, Denktas AE, Rumberger JA, et al. Longterm prognostic value of coronary calcification detected by electron-beam computed tomography in patients undergoing coronary angiography. *Circulation*. 2001;104:412-7
- Catalán P, Leta R, Hidalgo A, Montiel J, Alomar X, Viladés D, et al. Ruling out coronary artery disease with noninvasive coronary multidetector CT angiography before noncoronary cardiovascular surgery. *Radiology*. 2011;258:426-34.
- Boden WE, O'Rourke RA, Teo KK, Hartigan PM, Maron DJ, Kostuk WJ, et al, COURAGE Trial Research Group. Optimal medical therapy with or without PCI for stable coronary disease. *N Engl J Med*. 2007;356:1503-16.
- Armstrong W, Pellikka P, Ryan T, Crouse L, Zoghbi W, Stress Echocardiography Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. Stress echocardiography: recommendations for performance and interpretation of stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:97-104.
- Stella m. Macin et al. Angina cronica estable. Guías de manejo de cardiopatía isquémica crónica. *Rev fed arg cardiol* 2009; 38: s1-s23.
- Fletcher et al. Exercise Standards for Testing and Training. *Circulation* August 20, 2013.
- Pellika et al. Journal of the American Society of Echocardiography September 2007.
- Rozanski et al. Temporal Trends in Ischemia. *JACC* Vol. 61, No. 10, March 12, 2013:1054–65.
- Panza et al. Ischemia and Outcome With LV Dysfunction. *JACC*. May 7, 2013:1860–70
- Cho et al. Prognostic Value of Coronary CTA in Relation to XECG *JACC*. November 20/27, 2012:2205–15.
- Makani et al. Cardiac Outcomes and Submaximal Stress Echocardiography *JACC* Vol. 60, No. 15, 2012 October 9, 2012:1393–401.