# Fisiología cardiovascular del embarazo

El sistema cardiovascular sufre cambios estructurales y hemodinámicos durante el embarazo que permiten el crecimiento y el desarrollo fetal adecuado. Aumenta el gasto cardíaco y disminuye la resistencia vascular sistémica; se activa el sistema renina-angiotensina-aldosterona; hay remodelado del corazón y de la vasculatura.

Autor: Sanghavi M, Rutherford J Fuente: Circulation. 2014; 130:1003-1008 [Cardiovascular Physiology of Pregnancy](http://circ.ahajournals.org/content/130/12/1003.extract)

El embarazo es un proceso dinámico que se asocia con cambios fisiológicos significativos en el sistema cardiovascular. Estos cambios son mecanismos de adaptación para cumplir con el aumento de las demandas metabólicas de la embarazada y el feto y asegurar una circulación uteroplacentaria adecuada para el crecimiento y el desarrollo fetal.

Los cambios hemodinámicos insuficientes pueden producir enfermedades de la madre y el feto, como la preclampsia y el retardo de crecimiento intrauterino. Además, la falta de adaptación materna a estos cambios fisiológicos puede desenmascarar patología cardíaca de base, previamente silenciosa. La enfermedad cardiovascular en el embarazo es una causa importante de mortalidad materna.

## Cambios hemodinámicos maternos

Durante el embarazo hay **vasodilatación** de la vasculatura sistémica y de los riñones maternos. La vasodilatación sistémica del embarazo se produce ya a las 5 semanas y precede al desarrollo completo de la circulación uteroplacentaria.

En el primer trimestre disminuye considerablemente la **resistencia vascular** periférica, que desciende a su punto más bajo durante la mitad del segundo trimestre con una ulterior meseta o un leve aumento durante el resto del embarazo. La disminución es de alrededor del 35% - 40% de los valores previos al embarazo.

La resistencia vascular sistémica aumenta en el posparto a casi los niveles anteriores al embarazo y a las 2 semanas posparto la hemodinamia materna vuelve casi a los niveles anteriores al embarazo. La vasodilatación renal aumenta en un 50% el flujo plasmático renal y la filtración glomerular al término del primer trimestre. Esto produce disminución de la creatinina, la urea y el ácido úrico en sangre.  
  
Gasto Cardíaco

El gasto cardíaco aumenta a lo largo del embarazo. Para evaluar la hemodinamia en el embarazo se emplea el ecocardiograma. El gasto cardíaco se mide con la madre en decúbito lateral izquierdo para evitar la variación posicional. El aumento más intenso del gasto cardíaco es al inicio del primer trimestre y continúa aumentando durante el segundo trimestre. Después del segundo trimestre se discute si aumenta, disminuye o se estabiliza. Al llegar a las 24 semanas, el aumento del gasto cardíaco puede ser de hasta el 45%.

En un estudio comparativo de 34 mujeres con embarazo normal, con ecocardiograma y resonancia magnética efectuadas en el tercer trimestre y 3 meses después del parto, con ambas modalidades se observó el aumento del volumen telesistólico del ventrículo izquierdo, el aumento de la masa ventricular izquierda y del gasto cardíaco durante el embarazo, pero el ecocardiograma transtorácico subestimaba los valores.

El gasto cardíaco en el embarazo gemelar es del 15% mayor que el del embarazo único y se observa un aumento significativamente mayor del diámetro de la aurícula izquierda, compatible con sobrecarga de la volemia. El volumen sistólico aumenta gradualmente en el embarazo hasta fines del segundo trimestre y después continúa sin cambios o disminuye a fines del embarazo.  
  
Presión arterial

La presión arterial (PA) disminuye durante el embarazo. La presión arterial sistólica (PAS) y la PA media disminuyen más que la presión arterial diastólica (PAD). Las presiones arteriales llegan a su punto mínimo durante el segundo trimestre (descienden 5-10 mm Hg por debajo de los valores pre gestación, pero la mayoría del descenso ocurre al inicio del embarazo (a las 6- 8 semanas).

Como muchos de estos cambios se producen al inicio del embarazo, subrayan la importancia de comparar las mediciones hemodinámicas con los valores previos a la concepción, más que con los valores iniciales del embarazo, cuando ya se produjeron cambios.

Las presiones arteriales comienzan a aumentar durante el tercer trimestre y vuelven a los valores previos a la concepción después del parto. Aunque durante el embarazo en la mayoría de los estudios se halló disminución de la presión arterial, una investigación reciente demostró un aumento tensional progresivo a lo largo de la gestación.

Algunos autores observaron que las mujeres con índice de masa corporal >25 kg/m2 antes del embarazo tienen PAS, PAD y PA media significativamente mayor en cualquier momento del embarazo y el postparto (medida con un dispositivo oscilométrico automático) que las mujeres con masa corporal menor.

En un estudio demográfico de cohortes (The Generation R Study), que midió la PA con un esfigmomanómetro digital oscilométrico automático, las mujeres obesas o con sobrepeso tuvieron mayor PA en el primer trimestre que aquéllas con peso normal; esta diferencia se mantuvo durante todo el embarazo. Otros autores no hallaron estas diferencias basadas sobre el peso previo al embarazo. Los diferentes métodos empleados para medir la presión pueden contribuir a las variaciones en los datos. Asimismo, hay grandes diferencias étnicas inexplicadas en las cifras de PA observadas durante el embarazo y en el riesgo de hipertensión gestacional.

## Frecuencia cardíaca

La frecuencia cardíaca aumenta durante la gestación normal. A diferencia de muchos de los parámetros anteriores que llegan a su cambio máximo durante el segundo trimestre, la frecuencia cardíaca aumenta progresivamente durante el embarazo en 10 - 20 latidos por min y alcanza su máximo en el tercer trimestre. El cambio global de frecuencia cardíaca representa un 20% - 25% de aumento sobre los valores previos al embarazo.  
  
Contractilidad

La contractilidad del miocardio y las fracciones de eyección del ventrículo izquierdo y del ventrículo derecho no parecen cambiar durante el embarazo.  
  
Actividad simpática y baroreceptores

Durante el embarazo normal la actividad simpática vasomotora está aumentada y este aumento se produce desde el comienzo de la gestación. Se plantea que cuando la actividad simpática es excesiva, el resultado puede ser hipertensión gestacional o preclampsia. El embarazo normal parece estar asociado con aumento de la sensibilidad de los baroreceptores maternos y respuesta atenuada a la estimulación α-adrenérgica. En las embarazadas, se demostró resistencia a los efectos presores de la infusión de angiotensina II ya en la semana 10 del embarazo.  
  
Cambios hormonales en el embarazo

El aumento hormonal (estrógenos y progesterona) se relaciona con la vasodilatación, que también aumenta considerablemente. La relaxina es una hormona peptídica producida por el cuerpo lúteo durante la gestación. Su concentración en sangre llega al máximo al final del primer trimestre y desciende a un valor intermedio a lo largo del embarazo. En el embarazo esta hormona tiene una función vasodilatadora dependiente del endotelio, que puede influir sobre la resistencia de las pequeñas arterias.

En un estudio de observación sueco con mujeres embarazadas, se estudiaron los efectos de las concentraciones plasmáticas de progesterona, relaxina y estradiol sobre la PA. Concentraciones mayores de relaxina y progesterona al inicio del embarazo se relacionaron con PAS más baja en el segundo y tercer trimestre. Además, las mujeres con PAD >90 mm Hg al final del embarazo tuvieron menores concentraciones de relaxina al inicio del embarazo que aquéllas con PAD más baja.   
  
Sistema renina-angiotensina-aldosterona

En el embarazo normal hay una activación considerable del sistema renina-angiotensina-aldosterona. El aumento de la actividad de este sistema se produce a comienzos de la gestación y aumenta progresivamente hasta las semanas 28 - 30. A medida que aumenta la producción de estrógeno, también lo hace la del sustrato para la renina (angiotensinógeno); es por ello que los valores de angiotensina aumentan durante todo el embarazo. Esta activación mantiene la PA y ayuda a retener sal y agua en el embarazo, cuando la dilatación arterial renal y sistémica produce la pérdida de sal y agua.

En el segundo y tercer trimestre hay aumento del sodio intercambiable en ≈500 mEq (≈20 mmol/semana) y una ganancia neta de ≈1000 mg. Además, la relaxina estimula el aumento de la secreción de vasopresina y el consumo de agua, con la consiguiente retención de la misma. A pesar del aumento del sodio intercambiable, la osmolalidad plasmática disminuye y se produce la **hipervolemia hiponatrémica** del embarazo.

La progesterona es un potente antagonista de la aldosterona que actúa sobre el receptor de mineralocorticoides para prevenir la retención de sodio y proteger contra la hipopotasiemia. La importancia de la aldosterona es evidente en la preclampsia, donde el volumen plasmático está disminuido y la concentración de aldosterona es baja.

La activación del receptor mineralocorticoide por la aldosterona materna parece ser necesaria para el crecimiento del trofoblasto y la función fetoplacentaria normal. Los valores del péptido natriurético auricular en el plasma de la embarazada aumentan en un 40% en el tercer trimestre y son 1½ veces mayores de lo normal en la primera semana postparto, lo que sugiere su importancia en la diuresis posparto.  
  
Cambios en el volumen plasmático y la masa eritrocitaria

Durante el embarazo se producen aumentos significativos en la volemia, el volumen plasmático y la masa eritrocitaria. La **eritropoyesis** aumenta, siempre que la nutrición de la embarazada y su aporte de hierro y vitaminas sean suficientes. La producción de eritropoyetina aumenta en el embarazo normal y también cuando el contenido de hemoglobina eritrocitaria desciende y hay deficiencia subclínica de hierro.

La duración de los eritrocitos disminuye durante el embarazo como resultado de la “hemopoyesis de emergencia” en respuesta a los altos valores de eritropoyetina. Existe relación directa entre la expansión del volumen plasmático y el crecimiento fetal. La reducción de la expansión del volumen plasmático se asoció con preclampsia y otras patologías.

La **volemia** aumenta de manera significa durante las primeras semanas de gestación y progresivamente durante todo el embarazo. La volemia aumenta en alrededor del 45% con respecto a los valores previos al embarazo. El volumen plasmático aumenta proporcionalmente más que la masa eritrocitaria, lo que produce “anemia fisiológica” por hemodilución y los niveles de hemoglobina de sólo 11 g/dl se consideran fisiológicos.  
  
Remodelado ventricular

El espesor y la masa del ventrículo izquierdo aumentan en un 28% y 52%, respectivamente, por encima de los valores previos al embarazo. Estudios recientes de resonancia magnética indican que la masa ventricular derecha aumenta en un 40%. Acorde con la vasodilatación de la vasculatura sistémica durante el embarazo, la distensibilidad vascular aumenta, y el índice marcador de rigidez aórtica, disminuye significativamente al comienzo del embarazo, llega a su punto mínimo en el segundo trimestre y aumenta gradualmente en el tercero. Cuatro meses después del parto, este marcador de rigidez aórtica continúa con calores mayores que antes del embarazo.  
  
Ecocardiograma transtorácico y resonancia magnética cardiovascular

El ecocardiograma en el embarazo normal muestra dilatación leve de las cuatro cámaras (mayor en aurícula y ventrículo derecho) con insuficiencia mitral transitoria leve e insuficiencia tricuspídea y pulmonar fisiológicas. No se observa insuficiencia aórtica. La resonancia magnética cardiovascular es segura para la madre y el feto y evalúa mejor los volúmenes ventriculares izquierdos que el ecocardiograma. Además, en relación con la resonancia magnética, el ecocardiograma subestima la masa ventricular izquierda, el gasto cardíaco y el volumen sistólico.   
  
Trabajo de parto y parto

El mayor gasto cardíaco se produce durante el trabajo de parto e inmediatamente después del parto, con aumentos del 60% - 80% sobre los niveles previos al inicio del trabajo de parto. Esto se relaciona con el aumento de la frecuencia cardíaca y de la precarga, asociados con el dolor de las contracciones uterinas, el aumento de las catecolaminas circulantes y la autotransfusión de 300 - 500 ml de sangre del útero a la circulación sistémica inmediatamente después de cada contracción.

La anestesia raquídea se emplea con frecuencia en las cesáreas y puede tener efectos secundarios cardiovasculares importantes. El más frecuente es la notable disminución de la resistencia vascular sistémica y aumentos compensatorios de la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico.

En una revisión de estudios aleatorizados, controlados, sobre anestesia raquídea y operación cesárea, la administración intravenosa de fenilefrina profiláctica antes del parto redujo el riesgo de hipotensión en un 64% en relación con el placebo y después del parto redujo los riesgos de hipotensión, náuseas y vómitos también en un 64%. La fenilefrina se ha convertido en el vasopresor de elección en obstetricia.  
  
Cambios cardiovasculares

Durante el embarazo, las mujeres sanas experimentan cierto aumento de la **disnea** de esfuerzo y mayor cansancio. Durante el reposo o los ejercicios como caminar o en la cinta, el consumo de oxígeno materno está significativamente aumentado en relación con el de las mujeres no embarazadas. Además, la ventilación minuto en reposo y el volumen corriente están aumentados y el volumen de reserva espiratoria y la capacidad residual funcional están disminuidos en el embarazo.

Debido a los cambios neurohormonales, el volumen plasmático aumenta más que la masa eritrocitaria, lo que produce la **“anemia fisiológica”** del embarazo. El aumento de secreción de vasopresina y del consumo de líquidos aumenta la retención de agua. Por ello, la **osmolalidad** plasmática disminuye y aparece la hipervolemia hiponatrémica del embarazo. Como resultado, se puede hallar **edema** en hasta el 80% de las mujeres embarazadas sanas.

Con el aumento de la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco de la embarazada y la hipervolemia asociada, la disminución de la resistencia vascular periférica y la leve dilatación de las cuatro cámaras cardíacas, hay cambios en los **ruidos** cardíacos. Después del primer trimestre, en la mayoría de las embarazadas, el primer ruido es más fuerte y tiene un desdoblamiento exagerado. Se detecta un soplo sistólico de eyección en el 90% de los casos, un tercer ruido cardíaco en el 80% y un soplo diastólico auriculoventricular en el 20%.

En el **ECG** se refleja el aumento de la frecuencia cardíaca con leves desviaciones a la derecha o a la izquierda del eje de QRS.  
  
Resumen

El sistema cardiovascular sufre cambios estructurales y hemodinámicos significativos durante el embarazo. Hay aumentos importantes del gasto cardíaco y disminución de la resistencia vascular sistémica; el sistema renina-angiotensina-aldosterona está activado significativamente; el corazón y la vasculatura experimentan remodelamiento. Estas adaptaciones permiten el crecimiento y el desarrollo fetal adecuados. Conocer los cambios cardiovasculares normales en el embarazo es esencial cuando se atiende a pacientes con enfermedad cardiovascular.