

GABARITO COMENTADO

Simulado de Embriologia Semana 03

QUESTÃO 01

Enunciado: Um defeito molecular que impeça a proliferação e migração de células do epiblasto em direção ao plano mediano do disco embrionário no início da terceira semana teria como consequência primária e mais direta a falha na formação de qual estrutura?

Alternativa Correta: c) Linha primitiva.

Explicação: A terceira semana do desenvolvimento embrionário é marcada pelo início da gastrulação, cujo primeiro sinal morfológico é a formação da linha primitiva na superfície do epiblasto. Essa estrutura surge precisamente a partir da proliferação e migração de células do epiblasto para a linha média do disco embrionário. A linha primitiva é fundamental, pois estabelece o eixo craniocaudal do embrião e é o local através do qual as células do epiblasto invaginam para formar o mesoderma e o endoderma. Portanto, um defeito que impeça essa migração inicial de células do epiblasto atacaria a raiz do processo de gastrulação, impedindo a formação da própria linha primitiva. As outras estruturas mencionadas (notocorda, placa neural, somitos) são formadas após e em consequência da existência da linha primitiva.

Raciocínio Incorreto Comum:

Pode-se pensar na notocorda ou na placa neural, pois são estruturas centrais e cruciais formadas na terceira semana. No entanto, é um erro de sequência. A formação da notocorda (a partir de células que ingressam pelo nó primitivo, a extremidade cranial da linha primitiva) e a indução da placa neural (pela notocorda) são eventos subsequentes que dependem da prévia formação bem-sucedida da linha primitiva.

Alternativas Incorretas:

A) Placa neural: A placa neural se forma a partir do ectoderma por indução da notocorda. Sem linha primitiva, não há formação de notocorda e, consequentemente, não há indução da placa neural. É uma consequência secundária.

B) Notocorda: A notocorda é formada por células que migram através da região mais cranial da linha primitiva, o nó primitivo. Se a linha primitiva não se forma, a notocorda também não se formará.

D) Somitos: Os somitos são blocos de mesoderma paraxial que se formam ao lado da notocorda. A formação do mesoderma depende da invaginação de células pela linha primitiva. Sem linha primitiva, não há mesoderma e, portanto, não há somitos.

E) Vilosidades coriônicas secundárias: A formação das vilosidades secundárias ocorre quando o mesoderma extraembrionário (formado mais cedo) invade o centro das vilosidades primárias. Embora seja um evento da terceira semana, não está diretamente ligado à migração de células do epiblasto para a linha média do disco embrionário, que é a definição da formação da linha primitiva.

QUESTÃO 02

Enunciado: Considerando a gastrulação como um processo de "fluxo" celular que estabelece as camadas germinativas, se as células do epiblasto que invaginam através da linha primitiva perdessem sua pluripotencialidade e fossem incapazes de se diferenciar, qual seria o impacto direto no embrião?

Alternativa Correta: c) O embrião permaneceria como um disco bilaminar, sem a formação do mesoderma e endoderma a partir do epiblasto.

Explicação: A gastrulação é o processo que transforma o disco embrionário bilaminar (composto por epiblasto e hipoblasto) em um disco trilaminar (ectoderma, mesoderma e endoderma). As células do epiblasto são pluripotentes e, ao migrarem pela linha primitiva, dão origem a duas novas camadas: o endoderma embrionário, que substitui o hipoblasto, e o mesoderma intraembrionário, que se posiciona entre o epiblasto (que passa a se chamar ectoderma) e o novo endoderma. Se as células que invaginam perdessem a capacidade de se diferenciar, elas não poderiam formar nem o mesoderma nem o endoderma. O resultado seria um embrião que, apesar da migração celular, não conseguiria estabelecer as camadas germinativas definitivas, permanecendo funcionalmente bilaminar.

Raciocínio Incorreto Comum:

Poderia-se focar em apenas uma das camadas não formadas, como na alternativa b), pensando que apenas o endoderma seria afetado. Contudo, o processo de invaginação pela linha primitiva origina tanto o endoderma quanto o mesoderma. A falha de diferenciação dessas células precursoras comprometeria a formação de ambas as camadas.

Alternativas Incorretas:

- A) O ectoderma embrionário não se formaria, resultando na ausência da epiderme e do sistema nervoso. Incorreto. O ectoderma é formado pelas células do epiblasto que não migram através da linha primitiva. Elas permaneceriam, mas o embrião como um todo não se desenvolveria adequadamente.
- B) O endoderma embrionário não deslocaria o hipoblasto, comprometendo o futuro revestimento do sistema digestório. Esta afirmação está correta, mas é incompleta. Além do endoderma, o mesoderma também não seria formado. A alternativa c) é mais completa e precisa ao descrever a consequência geral.
- D) A notocorda se formaria normalmente, mas não haveria mesoderma para formar os músculos esqueléticos. Incorreto. A notocorda é um derivado do mesoderma, formado por células que também invaginam pelo nó primitivo. Se as células que invaginam não se diferenciam, a notocorda também não se formaria.
- E) O mesoderma extraembrionário não se conectaria com o mesoderma intraembrionário, isolando o embrião do saco coriônico. Embora essa conexão seja importante, a falha principal e mais direta é a não formação do próprio mesoderma intraembrionário, o que torna a questão da conexão secundária.

QUESTÃO 03

Enunciado: A notocorda é descrita como um "indutor primário". Qual das seguintes opções melhor descreve a consequência mecânica da falha no desenvolvimento da notocorda, mas com uma gastrulação bem-sucedida?

Alternativa Correta: b) O ectoderma sobrejacente não receberia os sinais para se espessar, resultando na agenesia da placa neural e, conseqüentemente, do sistema nervoso central.

Explicação: O papel mais famoso e crucial da notocorda como "indutor primário" é a neurulação. A notocorda, localizada no mesoderma axial, secreta moléculas de sinalização (como Noggin e Chordin) que agem sobre o ectoderma imediatamente acima dela. Esses sinais instruem as células ectodérmicas a se diferenciarem do seu destino padrão (tornar-se epiderme) e, em vez disso, se espessarem e formarem a placa neural, que é o primórdio de todo o sistema nervoso central (encéfalo e medula espinhal). Se a notocorda falhar, essa indução não ocorre, a placa neural não se forma, e o sistema nervoso central não se desenvolve.

Raciocínio Incorreto Comum:

Um erro comum é atribuir à notocorda a origem de outras estruturas mesodérmicas. Por exemplo, pensar que ela dá origem aos somitos (mesoderma paraxial). A notocorda induz a diferenciação do mesoderma ao seu redor, mas não é a fonte celular direta dele. Outro erro é pensar que, por ser central, ela é fundamental para a formação de tudo. Embora crucial, sua principal função indutiva primária é sobre o neuroectoderma.

Alternativas Incorretas:

- A) Ausência completa do mesoderma paraxial, pois a notocorda é a fonte direta dessas células. O mesoderma paraxial se forma a partir de células que migram da linha primitiva, lateralmente ao nó primitivo. A notocorda influencia sua segmentação em somitos, mas não é sua fonte celular.
- C) O tubo digestivo primitivo não se formaria, pois a notocorda é necessária para a diferenciação do endoderma. O tubo digestivo é derivado do endoderma. A formação do tubo em si se deve principalmente ao dobramento do embrião. A notocorda não é o indutor primário para a diferenciação do endoderma.
- D) O coração primordial não se desenvolveria, pois a notocorda secreta fatores essenciais para a migração das células cardíacas. O coração se forma a partir do mesoderma da placa cardiogênica, localizado cranialmente. Embora haja sinalizações complexas, a notocorda não é o indutor primário para a formação do coração.
- E) As células da crista neural se formariam, mas migrariam de forma desorganizada pela ausência do eixo definido pela notocorda. As células da crista neural surgem da borda da placa neural (as pregas neurais). Se a placa neural não se forma por falta de indução da notocorda, as células da crista neural também não se formarão.

QUESTÃO 04

Enunciado: Uma toxina que atua especificamente na adesão entre o assoalho do processo notocordal e o endoderma embrionário subjacente, impedindo sua fusão e degeneração programada, bloquearia qual etapa crucial na formação da notocorda definitiva?

Alternativa Correta: c) A transformação do processo notocordal em placa notocordal, que precede o dobramento para formar a notocorda sólida.

Explicação: A formação da notocorda definitiva é um processo multi-etapas. Primeiro, o processo notocordal cresce como um tubo oco a partir do nó primitivo. Em seguida, ocorre um passo transitório e

complexo: o assoalho (lado ventral) desse tubo se funde com o endoderma embrionário que está logo abaixo. Logo após a fusão, essas camadas fundidas se desintegram. O resultado é que o teto do processo notocordal fica temporariamente em contato direto com a cavidade da vesícula umbilical, formando uma estrutura achatada chamada placa notocordal. Esta placa então se dobra sobre si mesma para formar a notocorda sólida e definitiva. A toxina descrita impede exatamente a fusão e degeneração, que é o mecanismo que transforma o processo notocordal tubular na placa notocordal achatada. Sem a placa, não há o dobramento subsequente para formar a notocorda definitiva.

Raciocínio Incorreto Comum:

Pode-se confundir as várias etapas da formação da notocorda. Por exemplo, pensar que o bloqueio impediria o alongamento inicial do processo notocordal. No entanto, o problema descrito ocorre depois que o processo já se alongou e está posicionado sobre o endoderma. A toxina afeta a interação entre as camadas, não a migração celular inicial.

Alternativas Incorretas:

- A) A formação do canal notocordal dentro do processo notocordal. O canal notocordal se forma dentro do processo notocordal à medida que ele se alonga. A toxina atua depois que este processo com seu canal já está formado.
- B) A migração cefálica das células mesenquimais a partir do nó primitivo. Esta é a etapa inicial de formação do processo notocordal. O defeito descrito ocorre após essa migração.
- D) A indução do ectoderma sobrejacente para formar a placa neural. A indução da placa neural é uma função da notocorda, que ocorreria após sua formação. O bloqueio impede a própria formação da notocorda definitiva, portanto a indução seria afetada como consequência, mas não é a etapa bloqueada.
- E) O alongamento do processo notocordal em direção à placa pré-cordal. O problema não está no alongamento em si, mas no que acontece com o processo uma vez que ele já está formado e posicionado.

QUESTÃO 05

Enunciado: A observação de um embrião ao final da terceira semana revela um tubo neural aberto em toda a sua extensão dorsal, apesar da presença de uma notocorda e somitos bem formados. Qual das seguintes afirmações descreve um erro de processo que poderia levar a essa anomalia (defeito do tubo neural)?

Alternativa Correta: c) Houve uma falha no mecanismo de fusão das pregas neurais na linha média dorsal.

Explicação: A formação do tubo neural (neurulação) envolve o espessamento da placa neural, a elevação de suas bordas para formar as pregas neurais, e a aproximação e fusão dessas pregas na linha média dorsal. Um defeito do tubo neural, como a craniorraquisquise (tubo neural aberto em toda a extensão), é a consequência direta de uma falha nesse mecanismo de fusão. As pregas se elevam, mas não conseguem se encontrar e se fechar para formar o tubo, deixando o tecido neural exposto. A presença de notocorda e somitos indica que a indução inicial e a formação do mesoderma ocorreram corretamente, isolando o erro especificamente no processo de fechamento do tubo.

Raciocínio Incorreto Comum:

É fácil culpar a estrutura indutora (notocorda) ou estruturas adjacentes (somitos) por qualquer defeito neural. No entanto, o enunciado afirma que a notocorda e os somitos estão bem formados. Isso nos força a procurar um erro no próprio mecanismo de dobramento e fusão da placa neural, em vez de um erro na sua indução inicial.

Alternativas Incorretas:

- A) O mesoderma lateral não se dividiu em camadas somática e esplâncnica, impedindo o dobramento do embrião. A divisão do mesoderma lateral está relacionada ao dobramento lateral do corpo do embrião, que ajuda a internalizar estruturas, mas uma falha aí não é a causa primária do não fechamento do tubo neural em si.
- B) As células da crista neural migraram prematuramente, desestabilizando a estrutura das pregas neurais. As células da crista neural se desprendem durante a fusão das pregas neurais. Uma migração prematura é improvável de ser a causa primária da falha de fusão em toda a extensão.
- D) O ectoderma superficial proliferou excessivamente, cobrindo as pregas neurais e impedindo seu contato. Embora o ectoderma superficial (futura epiderme) precise se separar do tubo neural, uma proliferação excessiva não é o mecanismo patológico classicamente descrito para defeitos de fechamento. O problema central é a falha de adesão e fusão das próprias pregas neurais.
- E) A linha primitiva persistiu, interferindo fisicamente com o fechamento do sulco neural. A persistência da linha primitiva está associada a teratomas sacrococcígeos na região caudal. Embora possa interferir com o fechamento do neuróporo caudal, é improvável que cause uma falha de fechamento em toda a extensão do tubo neural.

QUESTÃO 06

Enunciado: As células da crista neural são frequentemente chamadas de "quarta camada germinativa" devido à sua vasta gama de derivados. Um defeito na especificação ou migração dessas células teria consequências sistêmicas. Qual das opções abaixo agrupa corretamente estruturas que seriam afetadas por uma falha no desenvolvimento da crista neural?

Alternativa Correta: c) Gânglios sensoriais dos nervos espinais, medula da glândula suprarrenal e células pigmentares (melanócitos).

Explicação: Esta questão testa o conhecimento sobre os diversos derivados das células da crista neural. Essas células migratórias originam uma variedade impressionante de tecidos em todo o corpo. A alternativa c) lista três derivados clássicos e corretos: Gânglios sensoriais dos nervos espinais (gânglios da raiz dorsal): Os corpos celulares dos neurônios sensoriais primários são derivados da crista neural. Medula da glândula suprarrenal: As células cromafins que produzem adrenalina e noradrenalina são neurônios simpáticos modificados, originados da crista neural. Células pigmentares (melanócitos): Os melanócitos que dão cor à pele e aos cabelos migram da crista neural para a epiderme.

Raciocínio Incorreto Comum:

Pode haver confusão entre os derivados do tubo neural e da crista neural. O tubo neural forma o sistema nervoso central (encéfalo e medula espinhal), enquanto a crista neural forma a maior parte do sistema nervoso periférico e muitas outras estruturas não-neurais. É preciso memorizar os derivados específicos de cada um.

Alternativas Incorretas:

- A) Músculos esqueléticos, células sanguíneas e revestimento dos vasos sanguíneos. Todos são derivados do mesoderma.
- B) Epiderme, encéfalo e medula espinhal. A epiderme é do ectoderma superficial; o encéfalo e a medula espinhal são do neuroectoderma (tubo neural).
- D) Revestimento epitelial do sistema respiratório, fígado e pâncreas. Todos são derivados do endoderma.
- E) Discos intervertebrais, esqueleto axial e derme da pele. O núcleo pulposo do disco intervertebral é um remanescente da notocorda; o esqueleto axial (vértebras) e a derme são do mesoderma.

QUESTÃO 07

Enunciado: No final da terceira semana, o desenvolvimento do sistema cardiovascular primordial é crítico para a sobrevivência do embrião. Qual das seguintes opções explica a razão sistêmica para a urgência no estabelecimento de uma circulação funcional neste período?

Alternativa Correta: c) Porque a nutrição por simples difusão a partir do sangue materno torna-se insuficiente para suprir as demandas metabólicas de um embrião trilaminar em rápido crescimento.

Explicação: Durante a segunda semana, o embrião é um pequeno disco bilaminar e suas necessidades metabólicas podem ser atendidas por simples difusão de nutrientes e oxigênio do ambiente circundante (sangue materno nos espaços lacunares). Contudo, durante a terceira semana, com a gastrulação, o embrião se torna uma estrutura trilaminar muito maior e mais complexa. A distância que os nutrientes precisariam percorrer por difusão para alcançar as células mais internas torna-se grande demais para ser eficaz. O embrião supera um "limite de difusão". Portanto, o desenvolvimento de um sistema cardiovascular funcional (coração primordial e vasos sanguíneos) torna-se uma necessidade urgente para transportar ativamente oxigênio e nutrientes para todos os tecidos em rápido crescimento e remover os resíduos metabólicos.

Raciocínio Incorreto Comum:

É possível pensar em outras funções importantes que ocorrem na terceira semana e tentar conectá-las ao sistema cardiovascular. Por exemplo, pensar que as células precisam do sangue para migrar. Embora o sistema circulatório seja essencial para o transporte futuro, a razão urgente e primária para sua formação é a crise metabólica imposta pelo crescimento do embrião além do limite da difusão.

Alternativas Incorretas:

- A) Para iniciar a produção de hormônios placentários, como a gonadotrofina coriônica humana (hCG). A hCG é produzida pelo sincitiotrofoblasto muito antes, já na segunda semana, e é o que mantém o corpo lúteo. Sua produção não depende da circulação embrionária.
- B) Para permitir a migração das células da crista neural, que dependem do fluxo sanguíneo para seu transporte. As células da crista neural migram através de matrizes extracelulares, não são transportadas pelo sangue.
- D) Para estabelecer a cavidade pericárdica, que se forma a partir da erosão do mesoderma pelos vasos sanguíneos em desenvolvimento. A cavidade pericárdica se forma a partir da coalescência de espaços no mesoderma lateral (formando o celoma intraembrionário), não pela erosão por vasos sanguíneos.
- E) Para remover os restos da linha primitiva, cuja degeneração depende da vascularização da região sacrococcígea. A degeneração da linha primitiva é um processo programado. Embora a vascularização

seja importante para a saúde geral da região, não é a razão primária para o desenvolvimento de todo o sistema cardiovascular.

QUESTÃO 08

Enunciado: Um teratoma sacrococcígeo é um tumor diagnosticado em recém-nascidos, frequentemente contendo uma mistura de tecidos como dentes (derivados do ectoderma/crista neural), músculo (mesoderma) e epitélio intestinal (endoderma). Qual é a origem causal mais provável para essa anomalia?

Alternativa Correta: c) A persistência de resquícios da linha primitiva, cujas células pluripotentes não sofreram degeneração e deram origem a tecidos das três camadas.

Explicação: A linha primitiva é uma estrutura transitória que normalmente regride e desaparece por volta do final da quarta semana. As células da linha primitiva são pluripotentes, ou seja, têm a capacidade de se diferenciar em qualquer um dos três folhetos germinativos (ectoderma, mesoderma e endoderma). Se, por uma falha, alguns resquícios da linha primitiva persistirem na região sacrococcígea (onde ela se localiza no final), essas células pluripotentes podem continuar a proliferar de forma descontrolada, formando um tumor. Como elas mantêm sua pluripotencialidade, o tumor resultante – o teratoma sacrococcígeo – conterá uma mistura caótica de tecidos diferenciados derivados de todas as três camadas, como cabelo, dentes, osso, músculo e epitélio intestinal.

Raciocínio Incorreto Comum:

A presença de múltiplos tipos de tecido pode levar a pensar nas células germinativas primordiais (alternativa a), que também são pluripotentes. Embora teratomas possam se originar delas (especialmente nos ovários ou testículos), o teratoma sacrococcígeo está classicamente associado à localização e ao destino da linha primitiva. A localização do tumor é a chave para a resposta correta.

Alternativas Incorretas:

- A) Células germinativas primordiais que migraram para a região caudal e proliferaram de forma descontrolada. Embora possam formar teratomas em outros locais (gônadas), a localização sacrococcígea aponta para a linha primitiva.
- B) Um defeito na formação do celoma intraembrionário, levando à mistura de células das três camadas germinativas. Defeitos no celoma levariam a problemas nas cavidades corporais (pericárdica, pleural, peritoneal), não a um tumor com tecidos de todas as três camadas.
- D) Células da notocorda que se diferenciaram erroneamente em múltiplos tipos de tecido. As células da notocorda são mais restritas em seu potencial e seus remanescentes geralmente formam cordomas, um tipo específico de tumor, e não teratomas com tecidos variados.
- E) Uma falha no fechamento do neuróporo caudal, permitindo que células neuroectodérmicas formem uma massa tumoral. Isso causa um tipo de espinha bífida (mielomeningocele), um defeito do tubo neural, que envolve a exposição de tecido nervoso, mas não a formação de um tumor com dentes e epitélio intestinal.

QUESTÃO 09

Enunciado: Assinale a alternativa que apresenta uma correlação INCORRETA entre um evento da terceira semana e sua consequência ou mecanismo.

Alternativa Correta: d) O crescimento de um cerne mesenquimal para dentro das vilosidades coriônicas primárias as transforma diretamente em vilosidades terciárias.

Explicação: Esta afirmação contém um erro no sequenciamento do desenvolvimento das vilosidades coriônicas. O processo ocorre em etapas: Vilosidade primária: Apenas uma projeção de citotrofoblasto e sinciotrofoblasto. Vilosidade secundária: O mesoderma extraembrionário invade o centro da vilosidade primária, formando um cerne mesenquimal. Vilosidade terciária: Células mesenquimais dentro da vilosidade secundária se diferenciam para formar vasos sanguíneos (capilares). A alternativa d) está incorreta porque afirma que a invasão do mesênquima (que forma a vilosidade secundária) transforma a vilosidade primária diretamente em terciária. Ela pula a etapa da vilosidade secundária, que é definida justamente pela presença do cerne mesenquimal, mas ainda sem vasos. A vilosidade só se torna terciária quando os vasos se formam nesse cerne.

Raciocínio Incorreto Comum:

É fácil simplificar o processo de desenvolvimento das vilosidades e pensar que, assim que o mesoderma entra, ele já forma vasos, pulando a etapa intermediária "secundária". A distinção entre secundária (com mesoderma) e terciária (com vasos sanguíneos no mesoderma) é um detalhe importante do desenvolvimento placentário.

Alternativas Incorretas:

- A) A invaginação de células pelo sulco primitivo resulta na formação do mesoderma intraembrionário. Correto. Este é o mecanismo da gastrulação que forma o mesoderma.
- B) A indução pela notocorda em desenvolvimento leva ao espessamento do ectoderma subjacente para formar a placa neural. Correto. Este é o mecanismo da neurulação primária.
- C) A diferenciação de células mesenquimais no mesoderma extraembrionário da vesícula umbilical e cório inicia a vasculogênese. Correto. A vasculogênese (formação de novos vasos) começa no mesoderma extraembrionário da vesícula umbilical (saco vitelino) e do cório.
- E) A fusão das pregas neurais leva à separação do tubo neural do ectoderma superficial e à formação da crista neural. Correto. Durante o fechamento do tubo neural, as células da crista neural se desprendem das bordas das pregas, e o tubo neural se separa do ectoderma superficial que o cobrirá.

QUESTÃO 10

Enunciado: Uma mola hidatiforme completa é uma patologia gestacional caracterizada por vilosidades coriônicas edemaciadas ("em cachos de uva") e ausência de tecido embrionário. Analisando a transição das vilosidades (primária → secundária → terciária) durante a terceira semana, qual falha de desenvolvimento explica a morfologia avascular observada nessas vilosidades?

Alternativa Correta: c) O embrião morre precocemente e o mesênquima das vilosidades secundárias não se diferencia em capilares e células sanguíneas, impedindo a progressão para vilosidades terciárias vascularizadas.

Explicação: Em uma mola hidatiforme completa, o material genético é inteiramente de origem paterna, resultando em uma proliferação anormal do trofoblasto e na ausência de um embrião viável (ou sua morte muito precoce). O desenvolvimento das vilosidades coriônicas depende de interações entre o trofoblasto e

os tecidos embrionários. O mesoderma que invade as vilosidades para formar as vilosidades secundárias e, posteriormente, os vasos sanguíneos (vilosidades terciárias), tem sua diferenciação ligada à presença de um embrião funcional. Na mola completa, como não há embrião, o desenvolvimento para. As vilosidades podem até se tornar secundárias, mas o mesoderma em seu interior não se diferencia para formar vasos sanguíneos. Sem a formação das vilosidades terciárias vascularizadas, o fluido se acumula no tecido conjuntivo frouxo do cerne mesenquimal, causando o inchaço (edema) característico que dá a aparência de "cachos de uva". A ausência de vasos é a característica chave.

Raciocínio Incorreto Comum:

Pode-se focar na causa genética (alternativa d) e confundi-la com o mecanismo morfológico. A dispermia (fecundação por dois espermatozoides) é uma causa de mola parcial (que tem tecido fetal), não completa. A mola completa tipicamente resulta da fertilização de um óvulo "vazio" por um espermatozoide que duplica seu material. Mais importante, a questão pergunta sobre a falha no desenvolvimento que explica a morfologia avascular, e a resposta é a parada na transição de vilosidade secundária para terciária.

Alternativas Incorretas:

- A) O citotrofoblasto não prolifera para formar a capa citotrofoblástica, impedindo a fixação ao endométrio. Na mola hidatiforme, o trofoblasto (tanto cito quanto sincício) tipicamente prolifera excessivamente, não o contrário.
- B) O sinciotrofoblasto não consegue erodir adequadamente os sinusoides maternos, bloqueando o fluxo de sangue para o espaço intervilloso. O sinciotrofoblasto é hiperfuncional na mola, erodindo o endométrio e produzindo altos níveis de hCG.
- D) Ocorre a fecundação de um oócito por dois espermatozoides, levando a uma proliferação excessiva do mesoderma viloso. Esta é a causa da mola parcial, não da completa, e não explica diretamente a morfologia avascular.
- E) A linha primitiva produz mesoderma em excesso, que migra para as vilosidades e impede a formação de lúmens vasculares. Na mola completa, não há linha primitiva nem embrião para produzir mesoderma. O mesoderma presente nas vilosidades é o extraembrionário.

QUESTÃO 11

Enunciado: A gastrulação é regulada por uma complexa sinfonia de moléculas de sinalização. Se um agente teratogênico inibisse seletivamente a via de sinalização do Fator de Crescimento de Fibroblastos (FGF) no epiblasto, qual processo celular, essencial para a formação do mesoderma, seria diretamente comprometido?

Alternativa Correta: c) O movimento e a migração celular a partir da linha primitiva.

Explicação: A via de sinalização do FGF, especificamente o FGF8, é secretada pela própria linha primitiva. Essa sinalização é crucial para controlar o comportamento das células do epiblasto. O FGF8 diminui a expressão da E-caderina, uma molécula que mantém as células do epiblasto firmemente unidas. Com menos "cola" celular, as células conseguem se desprender, mudar de forma (sofrer uma transição epitélio-mesenquimal) e migrar através da linha primitiva para formar o mesoderma. Portanto, a inibição seletiva dessa via bloquearia o movimento celular que está no cerne da gastrulação.

Raciocínio Incorreto Comum:

Pode-se pensar na diferenciação (alternativa a), pois FGFs estão envolvidos em muitos processos de diferenciação. No entanto, durante a gastrulação, seu papel primário e direto na linha primitiva é regular a migração celular. A diferenciação do neuroectoderma, por exemplo, depende mais da inibição da via BMP, um processo que ocorre no ectoderma dorsal e é orquestrado pela notocorda.

Alternativas Incorretas:

A) A diferenciação do ectoderma em neuroectoderma. Este processo (neurulação) é induzido principalmente pela notocorda através da secreção de antagonistas de BMP (Noggin, Chordin). Embora complexo, o papel do FGF aqui não é o primário em comparação com sua função na migração pela linha primitiva.

B) A adesão das células do endoderma para formar um epitélio coeso. A sinalização de FGF na linha primitiva afeta as células do epiblasto que estão migrando, não as células do endoderma que já foram formadas e estão se organizando.

D) O espessamento da placa pré-cordal na extremidade cranial. A placa pré-cordal é uma fonte importante de sinalização para o desenvolvimento da cabeça e do prosencéfalo, mas sua formação depende da migração das primeiras células que passam pelo nó primitivo. A inibição do FGF afetaria essa migração, mas o efeito mais direto e abrangente é sobre todo o processo de migração celular pela linha primitiva.

E) A formação das vilosidades coriônicas terciárias. Este é um processo extraembrionário que envolve a vascularização do mesoderma no cório. Embora vias de sinalização sejam importantes, a falha na migração de células do epiblasto é um defeito mais fundamental e interno ao disco embrionário.

QUESTÃO 12

Enunciado: Durante a terceira semana, o disco embrionário trilaminar possui duas regiões que notavelmente permanecem bilaminares: a membrana bucofaríngea e a membrana cloacal. Qual a razão estrutural e funcional para a ausência de mesoderma nessas áreas?

Alternativa Correta: b) Nesses locais, o ectoderma e o endoderma estão firmemente fundidos, impedindo a interposição (migração) de células mesenquimais entre eles.

Explicação: Durante a gastrulação, as células mesenquimais migram do epiblasto (através da linha primitiva) e se espalham para se posicionar entre o ectoderma e o endoderma. No entanto, em duas áreas específicas, uma na extremidade cranial (futura boca) e outra na extremidade caudal (futuro ânus), as camadas de ectoderma e endoderma estão em contato direto e aderidas de forma muito firme. Essa fusão física age como uma barreira, impedindo que as células mesodérmicas migratórias se interponham entre elas. Essas áreas, portanto, permanecem como discos bilaminares e são conhecidas como membrana bucofaríngea e membrana cloacal.

Raciocínio Incorreto Comum:

Um erro comum é pensar em um bloqueio ativo por parte de outra estrutura, como a notocorda (alternativa a). Embora a notocorda seja uma estrutura axial importante, ela termina antes de atingir a membrana bucofaríngea e não se estende até a membrana cloacal. O mecanismo é mais simples: uma barreira estrutural passiva devido à fusão das camadas.

Alternativas Incorretas:

- A) A notocorda bloqueia fisicamente a migração de células mesenquimais para essas duas extremidades. A notocorda não se estende por todo o comprimento do embrião para bloquear fisicamente ambas as membranas.
- C) A linha primitiva regride antes que as células mesenquimais consigam alcançar as extremidades cranial e caudal do disco. As células mesenquimais migram para todas as direções, incluindo as regiões cranial e caudal. O mesoderma cardiogênico, por exemplo, é o mesoderma mais cranial de todos. O problema não é o alcance, mas a incapacidade de penetrar nessas membranas específicas.
- D) Essas membranas são formadas por células do hipoblasto que são resistentes aos sinais indutores do mesoderma. O endoderma definitivo substitui o hipoblasto. A resistência não é a uma "indução", mas sim uma barreira física à migração.
- E) Os vasos sanguíneos em desenvolvimento consomem todo o mesoderma disponível ao redor dessas áreas. O mesoderma não é "consumido" pela formação de vasos, e a ausência de mesoderma nessas membranas é uma característica primária, não uma consequência da vascularização ao redor.

QUESTÃO 13

Enunciado: A linha primitiva é uma estrutura transitória fundamental. Seu desaparecimento programado ao final da quarta semana é tão importante quanto sua formação. Qual das seguintes afirmações descreve corretamente a relação causal entre a atividade da linha primitiva e o desenvolvimento do embrião?

Alternativa Correta: d) Conforme o processo notocordal e as estruturas axiais se desenvolvem, a linha primitiva regride caudalmente e sua atividade de formação de mesoderma diminui.

Explicação: A formação do embrião ocorre em uma sequência craniocaudal (da cabeça para a cauda). A linha primitiva inicialmente se alonga até cerca da metade do embrião. À medida que a gastrulação prossegue e estruturas mais definitivas como a notocorda e os somitos são formadas na região cranial, a linha primitiva começa a regredir em direção à extremidade caudal. Durante essa regressão, ela continua a adicionar células para formar as porções mais caudais do embrião. Sua atividade diminui progressivamente até que ela desaparece por volta do final da quarta semana. Esta dinâmica assegura a correta formação do corpo do embrião ao longo do tempo.

Raciocínio Incorreto Comum:

Pode-se pensar que a linha primitiva se transforma em outra estrutura, como a notocorda (alternativa e). Isso é incorreto. A linha primitiva é um "portal" para a migração celular; o nó primitivo (sua extremidade cranial) é o portal específico por onde migram as células que formarão a notocorda. A linha em si não se transforma; ela é uma estrutura transitória que regride e desaparece.

Alternativas Incorretas:

- A) A linha primitiva deve crescer continuamente até o final do período embrionário para garantir a formação de todos os tecidos. Incorreto. Ela regride e desaparece; sua persistência causa teratomas.
- B) A produção de mesoderma pela linha primitiva acelera progressivamente, atingindo seu pico na quarta semana antes de desaparecer subitamente. Incorreto. Sua atividade é intensa na terceira semana e desacelera no início da quarta semana.
- C) A linha primitiva alonga-se pela adição de células em sua extremidade cranial, enquanto o processo

notocordal cresce caudalmente. Incorreto. A linha primitiva alonga-se por adição de células em sua extremidade caudal. O crescimento do embrião à frente do nó primitivo é devido ao alongamento da notocorda e outras estruturas.

E) A linha primitiva se transforma diretamente na notocorda, estabelecendo o eixo definitivo do embrião. Incorreto. Ela é o local de migração das células precursoras da notocorda, mas não se transforma nela.

QUESTÃO 14

Enunciado: A notocorda, além de seu papel indutor, contribui para estruturas definitivas. Um cordoma é um tumor maligno raro que se desenvolve a partir de resquícios de tecido notocordal. Com base na localização desses resquícios no adulto, onde seria mais provável a ocorrência de um cordoma?

Alternativa Correta: b) Na região sacrococcígea ou na base do crânio, ao longo do eixo axial primitivo.

Explicação: A notocorda forma o eixo axial primitivo do embrião, servindo como molde para a futura coluna vertebral. Na vida pós-natal, a maior parte da notocorda degenera, mas seus resquícios persistem como o núcleo pulposo no centro dos discos intervertebrais. Os cordomas surgem desses restos celulares. Como a notocorda se estendia desde a base do crânio (clivus) até o cóccix, os cordomas ocorrem preferencialmente nas extremidades desse eixo primitivo: a base do crânio e a região sacra/coccígea, locais onde pequenos aglomerados de células notocordais podem persistir com maior probabilidade.

Raciocínio Incorreto Comum:

Saber que o núcleo pulposo é um derivado da notocorda pode levar a pensar que os cordomas seriam comuns em toda a coluna vertebral. Embora possam ocorrer em qualquer nível, eles são desproporcionalmente mais frequentes nas extremidades do eixo (base do crânio e sacro), que são as localizações clássicas para esses tumores.

Alternativas Incorretas:

A) No interior dos gânglios espinais ao longo da coluna vertebral. Os gânglios espinais são derivados das células da crista neural.

C) Disperso nos tecidos conjuntivos do tronco, como a derme. A notocorda é uma estrutura axial e bem definida, não dispersa. A derme é derivada do mesoderma.

D) Na parede da bexiga urinária, derivado do canal neuroentérico. A bexiga tem origem endodérmica e mesodérmica (esplâncnica). O canal neuroentérico é uma conexão transitória entre a vesícula umbilical e o âmnio, e não dá origem à bexiga.

E) No interior do coração, a partir de células que migraram com o mesoderma cardiogênico. O coração é derivado do mesoderma cardiogênico. A notocorda não contribui com células para a sua formação.

QUESTÃO 15

Enunciado: A formação segmentar e ordenada dos somitos a partir do mesoderma paraxial é um exemplo notável de padrão temporal no desenvolvimento. O texto sugere um mecanismo de "relógio molecular". Uma mutação que desregule a via de sinalização Delta-Notch, fundamental para este "relógio", resultaria em qual anomalia?

Alternativa Correta: b) A formação de um único bloco de mesoderma paraxial não segmentado, ou uma segmentação caótica e irregular dos somitos.

Explicação: A somitogênese (formação dos somitos) depende de um mecanismo conhecido como "relógio de segmentação". Genes da via Notch (e também das vias Wnt e FGF) são expressos de forma cíclica e oscilatória no mesoderma pré-somítico. Essa oscilação funciona como um relógio molecular que determina, em intervalos de tempo regulares, onde a fronteira do próximo somito será formada. A sinalização Delta-Notch é essencial para estabelecer essa fronteira entre um somito recém-formado e o mesoderma que ainda será segmentado. Se essa via for desregulada, o "relógio" quebra. O resultado é a incapacidade de delimitar os segmentos, levando à formação de blocos contínuos de tecido (não segmentado) ou a uma segmentação com tamanho e forma completamente irregulares e caóticos.

Raciocínio Incorreto Comum:

Pode-se pensar que uma falha na sinalização levaria à ausência completa do tecido (alternativa a). No entanto, outras vias de sinalização especificam o mesoderma paraxial. A via Notch é crucial especificamente para o processo de segmentação desse mesoderma, não para sua formação inicial.

Alternativas Incorretas:

- A) A ausência completa do mesoderma paraxial. A especificação do mesoderma paraxial ocorre antes da sua segmentação e depende de outras vias.
- C) A diferenciação do mesoderma paraxial em mesoderma lateral, levando a defeitos na parede corporal. Isso seria um erro de especificação de identidade do mesoderma, regulado por outras moléculas (ex: BMP, Wnt), não um erro de segmentação.
- D) Uma falha na indução da placa neural, pois a sinalização Notch também é necessária para a neurulação. Embora a via Notch seja usada em muitos contextos, incluindo a neurogênese, sua falha específica no "relógio de segmentação" do mesoderma paraxial resultaria primariamente em defeitos de somitogênese.
- E) O desenvolvimento de somitos apenas na região cranial, sem progressão para a região caudal. O relógio de segmentação opera ao longo de todo o eixo, da região occipital à caudal. Uma falha no mecanismo central afetaria a formação de todos os somitos que dependem dele, não apenas os caudais.

QUESTÃO 16

Enunciado: A formação do celoma intraembrionário estabelece o plano básico para as futuras cavidades corporais. Este processo envolve a divisão do mesoderma lateral em duas camadas. Qual das opções descreve corretamente a consequência funcional dessa divisão?

Alternativa Correta: c) A camada somática e o ectoderma sobrejacente formam a somatopleura (parede do corpo), enquanto a camada esplâncnica e o endoderma subjacente formam a esplancnopleura (intestino embrionário).

Explicação: O mesoderma lateral se divide em duas folhas, criando entre elas o celoma intraembrionário (futura cavidade corporal). Cada folha se associa a uma camada germinativa adjacente: Camada Somática (ou Parietal): A camada mais externa, que fica adjacente ao ectoderma. Juntas, a camada somática do mesoderma e o ectoderma formam a somatopleura, que dará origem à parede corporal lateral e ventral (incluindo a derme, ossos dos membros e o revestimento parietal das cavidades serosas). Camada

Esplâncnica (ou Visceral): A camada mais interna, que fica adjacente ao endoderma. Juntas, a camada esplâncnica do mesoderma e o endoderma formam a esplancnopleura, que dará origem à parede do tubo intestinal (incluindo sua musculatura lisa e tecido conjuntivo) e ao revestimento visceral das cavidades serosas. A alternativa c) descreve corretamente essas duas associações e seus destinos.

Raciocínio Incorreto Comum:

A principal fonte de confusão é misturar os termos. É fácil trocar "somática" com "esplâncnica" ou "somatopleura" com "esplancnopleura". Uma dica é lembrar que "soma" se refere ao corpo (parede do corpo) e "esplâncnico" se refere às vísceras/órgãos (intestino).

Alternativas Incorretas:

A) A camada externa (somática) se funde com o ectoderma para formar a esplancnopleura, que dará origem aos órgãos internos. Esta opção inverte os termos. A somática forma a somatopleura (parede corporal).

B) A camada interna (esplâncnica) se funde com o endoderma para formar a somatopleura, que constituirá a parede corporal. Esta opção inverte os termos. A esplâncnica forma a esplancnopleura (intestino).

D) As duas camadas se fundem novamente ao final da terceira semana para formar o mesoderma intermediário, que origina o sistema urogenital. Incorreto. A separação é definitiva e forma o celoma. O mesoderma intermediário é uma subdivisão separada do mesoderma, localizada entre o paraxial e o lateral.

E) A cavidade formada (celoma) serve como um espaço para a circulação inicial do sangue antes da formação do coração. O sangue circula dentro dos vasos sanguíneos. O celoma é a futura cavidade corporal (pericárdica, pleural, peritoneal) e não tem função circulatória.

QUESTÃO 17

Enunciado: O desenvolvimento vascular na terceira semana ocorre por dois mecanismos distintos: vasculogênese e angiogênese. Qual cenário exemplifica corretamente o processo de vasculogênese?

Alternativa Correta: b) Células mesenquimais se diferenciam em angioblastos, que se agregam para formar ilhotas sanguíneas e novos canais vasculares.

Explicação: A questão pede a definição de vasculogênese. Este termo se refere à formação de vasos sanguíneos de novo, ou seja, a partir do zero, em um local onde não havia vasos antes. O processo envolve células do mesoderma (células mesenquimais) que se diferenciam em células precursoras endoteliais chamadas angioblastos. Esses angioblastos se agregam, formando aglomerados conhecidos como ilhotas sanguíneas. As ilhotas então se coalescem e formam um lúmen, criando os primeiros canais vasculares. A alternativa b) descreve perfeitamente este processo.

Raciocínio Incorreto Comum:

O erro mais comum é confundir vasculogênese com angiogênese. A angiogênese é a formação de novos vasos a partir de vasos pré-existentes, através de brotamento ou ramificação. A alternativa a) é o exemplo clássico de angiogênese.

Alternativas Incorretas:

- A) Um vaso sanguíneo principal brota e se ramifica para irrigar uma nova área em desenvolvimento. Esta é a definição de angiogênese.
- C) As artérias umbilicais se fundem com as veias umbilicais para formar uma rede contínua no cordão umbilical. Refere-se à remodelação de uma rede vascular, não à sua formação inicial.
- D) O tubo cardíaco primordial se dobra sobre si mesmo para formar as câmaras do coração. Este processo é a morfogênese cardíaca (looping cardíaco), não a formação de vasos.
- E) Os capilares nas vilosidades coriônicas se conectam aos vasos já existentes no pedículo de conexão. A conexão de redes vasculares previamente formadas é uma etapa da maturação do sistema circulatório, mas o processo de formação de novo é a vasculogênese.

QUESTÃO 18

Enunciado: O alantoide, embora pequeno em humanos, desempenha um papel crucial. Uma análise do seu desenvolvimento e destino revela sua importância integrada. Qual das seguintes afirmações representa uma conclusão INCORRETA sobre a função ou o destino do alantoide?

Alternativa Correta: c) O alantoide é a principal fonte de células sanguíneas para o embrião durante a terceira semana.

Explicação: Esta afirmação é incorreta por uma questão de primazia. Embora a hematopoiese (formação de células sanguíneas) ocorra no mesoderma extraembrionário associado ao alantoide, o principal e primeiro local da hematopoiese embrionária é o mesoderma que reveste a vesícula umbilical (saco vitelino). A formação de sangue começa na parede da vesícula umbilical por volta da terceira semana e só depois em outros locais. Portanto, atribuir ao alantoide o papel de "principal fonte" nesse período é incorreto. A vesícula umbilical tem esse papel.

Raciocínio Incorreto Comum:

Sabe-se que o alantoide e a vesícula umbilical estão envolvidos na hematopoiese inicial. É fácil atribuir o papel principal a qualquer um dos dois. A literatura de embriologia é consistente em apontar a parede da vesícula umbilical como o sítio primário e mais importante da hematopoiese extraembrionária precoce.

Alternativas Incorretas:

- A) Seu mesoderma é fundamental para a formação dos vasos sanguíneos umbilicais que servirão à placenta. Correto. O mesoderma do alantoide se diferencia para formar as artérias e a veia umbilical, que são vitais para a conexão com a placenta.
- B) Sua parte proximal persiste no desenvolvimento como o úraco, que liga a bexiga à região umbilical. Correto. A porção do alantoide que se estende para dentro do embrião está associada à bexiga em desenvolvimento e forma o úraco.
- D) Resquícios de sua parte extraembrionária podem formar cistos no cordão umbilical. Correto. Ocasionalmente, remanescentes do ducto alantoico podem persistir no cordão umbilical e formar cistos.
- E) O úraco, seu derivado, é representado no adulto pelo ligamento umbilical mediano. Correto. Após o nascimento, o úraco se oblitera e se torna um cordão fibroso conhecido como ligamento umbilical mediano, localizado na parede abdominal anterior.

QUESTÃO 19

Enunciado: Assinale a alternativa que apresenta uma associação INCORRETA entre uma subdivisão do mesoderma intraembrionário e uma de suas principais estruturas derivadas.

Alternativa Correta: d) Mesoderma Lateral (camada esplâncnica) → Membranas serosas que revestem as cavidades corporais (pleura, pericárdio).

Explicação: Esta afirmação é imprecisa e, portanto, a associação incorreta. As membranas serosas têm dois componentes: um que reveste a parede da cavidade (parietal) e outro que reveste o órgão (visceral). O revestimento das paredes das cavidades corporais (pleura parietal, pericárdio parietal, peritônio parietal) é derivado da camada somática do mesoderma lateral. O revestimento das vísceras/órgãos (pleura visceral, pericárdio visceral, peritônio visceral) é derivado da camada esplâncnica do mesoderma lateral. A afirmação de que a camada esplâncnica forma "membranas serosas que revestem as cavidades corporais" é enganosa, pois essa função é primariamente da camada somática. A camada esplâncnica reveste os órgãos dentro das cavidades. Como a afirmação generaliza de forma imprecisa, ela constitui a associação incorreta.

Raciocínio Incorreto Comum:

A origem das membranas serosas é sutil. É fácil agrupar todas as serosas e atribuí-las a uma única camada do mesoderma lateral. É crucial lembrar a dualidade: a camada somática (associada à parede do corpo) forma o revestimento parietal, e a camada esplâncnica (associada às vísceras) forma o revestimento visceral.

Alternativas Incorretas:

A) Mesoderma Paraxial → Somitos → Esqueleto axial (vértebras, costelas) e musculatura associada. Correto. Os somitos se diferenciam em esclerótomo (esqueleto axial), miótomo (músculos) e dermatomo (derme dorsal).

B) Mesoderma Intermediário → Sistema urogenital (rins e gônadas). Correto. Esta é a principal contribuição do mesoderma intermediário.

C) Mesoderma Lateral (camada somática) → Derme da pele, ossos e tecidos conjuntivos dos membros. Correto. A camada somática, junto com o ectoderma, forma a parede corporal e os membros, incluindo esses componentes.

E) Mesoderma Cardiogênico → Tubos cardíacos endocárdicos e o coração primordial. Correto. O mesoderma cardiogênico é a fonte do coração primordial.

QUESTÃO 20

Enunciado: Ao final da terceira semana (dia 21-22), o coração tubular começa a bater e o sangue a circular. No entanto, a hematopoiese (formação de sangue) dentro do embrião só começa na quinta semana. Como é possível que o sistema circulatório seja funcional antes que o próprio embrião produza suas células sanguíneas?

Alternativa Correta: c) As células sanguíneas se desenvolvem primeiro em locais extraembrionários, como a parede da vesícula umbilical e alantoide, e são transportadas para o embrião através das veias vitelina e umbilical.

Explicação: Esta questão aborda a origem temporal e espacial do sistema circulatório. Há uma separação crucial entre a hematopoiese extraembrionária e a intraembrionária. A formação de sangue (hematopoiese) começa muito cedo, durante a terceira semana, mas em tecidos fora do disco embrionário: principalmente na parede da vesícula umbilical e, em menor grau, no alantoide e cório. Os vasos sanguíneos que se formam nesses locais se conectam com o sistema vascular que se desenvolve dentro do embrião. Assim, quando o coração tubular começa a bater no início da quarta semana, ele bombeia um sangue que já contém células sanguíneas produzidas nesses sítios extraembrionários. Essas células são transportadas para dentro do embrião pelas veias vitelinas e umbilicais, tornando a circulação funcional desde o primeiro batimento. A hematopoiese só se muda para dentro do embrião (fígado) por volta da quinta ou sexta semana.

Raciocínio Incorreto Comum:

Pode-se pensar que as células sanguíneas vêm da mãe (alternativa b). No entanto, a barreira placentária impede a passagem de células sanguíneas; apenas nutrientes, gases, anticorpos e outras moléculas a atravessam. O feto deve produzir suas próprias células sanguíneas desde o início.

Alternativas Incorretas:

- A) O coração bate "a seco", sem conteúdo, apenas para desenvolver a contratilidade muscular até que as células sanguíneas cheguem. Incorreto. O coração bombeia o fluido que já está presente nos vasos, que contém células sanguíneas dos sítios extraembrionários.
- B) As primeiras células sanguíneas são de origem materna, atravessando a barreira placentária para entrar na circulação fetal. Incorreto. As circulações materna e fetal são separadas; não há mistura de sangue.
- D) O plasma circula sem células, transportando nutrientes por difusão até que as hemácias sejam produzidas pelo fígado fetal. Incorreto. As células sanguíneas primitivas (hemácias nucleadas) já estão presentes, formadas na vesícula umbilical.
- E) A circulação inicial é composta exclusivamente por células da crista neural que se transformam temporariamente em transportadoras de oxigênio. Incorreto. As células da crista neural têm muitos derivados, mas não se transformam em células sanguíneas.