

INFANT MOTOR PROFILE

Mijna Hadders-Algra | Kirsten R. Heineman

Tradutoras

Eloisa Tudella | Jaqueline da Silva Frônio | Luiza Ribeiro Machado | Carolina Fioroni Ribeiro da Silva



Blucher

Mijna Hadders-Algra
Kirsten R. Heineman

INFANT MOTOR PROFILE

Tradução

Eloisa Tudella
Jaqueline da Silva Frônio
Luiza Ribeiro Machado
Carolina Fioroni Ribeiro da Silva

Título original: The Infant Motor Profile
Infant Motor Profile

© 2021 Mijna Hadders-Algra e Kirsten R. Heineman
© 2021 Routledge
© 2023 Editora Edgard Blücher LTDA

Authorised translation from the English language edition published by Routledge, a member of the Taylor & Francis Group.

O direito de Mijna Hadders-Algra e Kirsten R. Heineman de serem identificadas como autoras desse trabalho foi firmado por elas de acordo com as seções 77 e 78 do *Copyright, Designs and Patents Act 1988*.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser reimpressa, reproduzida ou utilizada de qualquer forma ou por qualquer meio eletrônico, mecânico ou outros meios conhecidos agora ou inventados posteriormente, incluindo fotocópia e gravação, ou em qualquer sistema de armazenamento ou recuperação de informações, sem permissão por escrito dos editores.

Aviso de marca registrada Nomes de produtos ou corporativos podem ser marcas comerciais ou marcas registradas e são usados apenas para identificação e explicação sem intenção de violação

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (processo: 2020/14904-2), pelo apoio financeiro para a fase de tradução deste trabalho.

Publisher Edgard Blücher
Editores Eduardo Blücher e Jonatas Eliakim
Coordenação editorial Andressa Lira
Tradução Eloisa Tudella, Jaqueline da Silva Frônio, Luiza Ribeiro Machado e Carolina Fioroni Ribeiro da Silva
Preparação e revisão de texto Rafael Sicoli
Capa Leandro Cunha
Imagem da capa iStockphoto

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar
04531-934 – São Paulo – SP – Brasil
Tel 55 11 3078-5366
contato@blucher.com.br
www.blucher.com.br

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem autorização escrita da editora.

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Hadders-Algra, Mijna
Infant motor profile / Mijna Hadders-Algra, Kirsten R. Heineman; tradução de Eloisa Tudella... [et al]. – 1. ed. – São Paulo : Blucher, 2023.
222 p. : il.

ISBN 978-65-5506-674-6
Título original: The Infant Motor Profile

1. Capacidade motora em crianças 2. Aprendizagem percepto-motora I. Título II. Heineman, Kirsten R. III. Tudella, Eloisa

23-2142

CDD 152.3

Índices para catálogo sistemático:
1. Capacidade motora em crianças

CONTEÚDO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	17
LISTA DE QUADROS	19
LISTA DE VÍDEOS.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. PRINCÍPIOS DO DESENVOLVIMENTO NEUROMOTOR	29
Desenvolvimento do cérebro humano.....	29
Desenvolvimento muscular	33
Desenvolvimento dos sistemas sensoriais	34
<i>Desenvolvimento do sistema visual.....</i>	<i>34</i>
Desenvolvimento do sistema vestibular	34
<i>Desenvolvimento da propriocepção.....</i>	<i>35</i>
<i>Desenvolvimento do processamento da informação cutânea.....</i>	<i>35</i>
<i>Desenvolvimento do sistema auditivo.....</i>	<i>36</i>
<i>Desenvolvimento do processamento da informação olfativa e gustativa.....</i>	<i>37</i>

Teorias do desenvolvimento motor	37
<i>TSGN e desenvolvimento motor típico</i>	38
<i>TSGN e desenvolvimento motor atípico</i>	40
Desenvolvimento motor	42
Considerações finais.....	43
3. DELINEAMENTO, DESEMPENHO E	
PROPRIEDADES PSICOMÉTRICAS DO IMP	45
Delineamento do IMP	45
Implementação na prática clínica	48
<i>Curso típico da avaliação do IMP</i>	48
<i>Estado comportamental e quantidade de movimento</i>	50
<i>Requisitos</i>	51
Propriedades psicométricas do IMP.....	53
<i>Confiabilidade</i>	54
<i>Validade</i>	55
<i>Responsividade à mudança</i>	57
Introdução aos capítulos com a descrição dos itens.....	58
4. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MOTOR EM SUPINO.....	59
Procedimentos	59
Alcance, preensão e manipulação: informações adicionais sobre os	
procedimentos de teste	79
5. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MOTOR	
ENQUANTO EM PRONO.....	89
Procedimentos	89
6. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MOTOR	
NA POSIÇÃO SENTADA	111
Procedimentos	111

7. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MOTOR EM PÉ E ANDANDO	133
Procedimentos	133
8. AVALIAÇÃO DO ALCANCE, PREENSÃO E MANIPULAÇÃO DE OBJETOS ENQUANTO SENTADO	161
Procedimentos	161
9. GERAL: ITENS OBSERVADOS AO LONGO DA AVALIAÇÃO	177
10. APLICAÇÃO CLÍNICA E IMPORTÂNCIA DO IMP	183
Domínio da variação	184
Domínio da adaptabilidade	186
Domínio da simetria	189
Domínio da fluência	190
Domínio da performance	191
Escore total do IMP	193
Considerações finais.....	200
REFERÊNCIAS	201
ÍNDICE	213

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

As desordens do desenvolvimento são originadas a partir da interrupção de processos do desenvolvimento durante o período fetal e início da vida pós-natal, devido à associação de fatores de risco genéticos, sociais, pré-natais, perinatais e neonatais (Hadders-Algra 2018a). Exemplos são a paralisia cerebral (PC), transtorno do desenvolvimento da coordenação (TDC) e transtorno do espectro autista. O acúmulo de evidências indica que lactentes de alto risco ou com desordens do desenvolvimento podem se beneficiar da intervenção precoce (Spittle et al., 2015; Morgan et al., 2016; Hadders-Algra et al., 2017): isto é, intervenção em uma idade na qual o cérebro é caracterizado pela alta plasticidade. Isso denota a necessidade de detecção precoce desses lactentes.

A detecção precoce é baseada na história clínica (por exemplo, nascimento prematuro, retardo no crescimento intrauterino, encefalopatia hipóxico-isquêmica, cardiopatia congênita complexa), neuroimagem precoce (em particular, ressonância magnética [RM] ou ultrassom craniano) e uma avaliação do neurodesenvolvimento do lactente (Novak et al., 2017). A avaliação do neurodesenvolvimento que melhor prediz o desfecho do desenvolvimento é o *General Movement Assessment* (Einspieler et al.; 2005; Heineman e Hadders-Algra, 2008; Bosanquet et al., 2013). No entanto, como os movimentos gerais desaparecem entre três e cinco meses de idade corrigida (IC), não é possível usar esta avaliação em lactentes mais velhos. Isso nos inspirou a desenvolver o *Infant Motor Profile* (IMP) (Heineman e Hadders-Algra, 2008; Heineman et al., 2008).

O IMP é – como o *General Movement Assessment* – baseado em uma avaliação de vídeo da qualidade do comportamento motor espontâneo. A essência da avaliação por meio do *General Movement Assessment* é a avaliação da complexidade e variação do movimento, componentes espaciais e temporais da variação do movimento (Hadders-Algra, 2018b; Wu et al., 2020c). Esses componentes avaliam o tamanho do repertório de movimentos do lactente (Hadders-Algra, 2021b). Além disso, o *General Movement*

Assessment avalia a presença de movimentos característicos específicos à idade, especialmente a presença de *fidgety movements* de dois a cinco meses de IC (Einspieler et al., 2005; Wu et al., 2020a).

A variação é uma característica marcante da atividade neural e do desenvolvimento motor típico (Touwen, 1976; Edelman, 1989; Changeux, 1997; Chervyakov et al., 2016). Isso estimulou Gerald Edelman (1989, 1993) a desenvolver a Teoria da Seleção dos Grupos Neurais (TSGN) (para detalhes, ver Capítulo 2). Os conceitos da TSGN foram usados para desenvolver o IMP, em particular, para delinear seus dois novos domínios motores: variação (o tamanho do repertório de movimento) e adaptabilidade (a capacidade de selecionar a partir do repertório motor a estratégia que melhor se adapta à situação) (Heineman et al., 2008; Hadders-Algra, 2010, 2018c). Além desses dois novos domínios, o IMP contém três domínios tradicionais que descrevem a simetria, a fluência do movimento, e a performance motora.

O IMP é um método elaborado para avaliar o comportamento motor de lactentes de 3 a 18 meses de IC. No entanto, em lactentes com desordens ou atrasos no desenvolvimento, o IMP também pode ser aplicado após os 18 meses de idade, até a idade em que a criança consiga andar independentemente por alguns meses. O IMP é baseado em uma gravação de vídeo de uma sessão de brincadeiras semipadronizadas por aproximadamente 15 minutos, durante a qual a avaliadora brinca com o lactente de forma que os itens do IMP possam ser avaliados. Isso significa que a avaliadora que está brincando tem conhecimento dos itens do IMP, permitindo-lhe adaptar a avaliação às habilidades funcionais do lactente e às necessidades do IMP. Os 80 itens do IMP avaliam o comportamento motor nas posições supino e prono; sentado, em pé e andando; e durante o alcance, apreensão e manipulação. É uma medida discriminativa, avaliativa e preditiva. O IMP foi desenvolvido para profissionais de saúde que trabalham na área da detecção precoce das desordens do desenvolvimento e intervenção precoce: por exemplo, fisioterapeutas pediátricos, terapeutas ocupacionais pediátricos, neuropediatras e pediatras do desenvolvimento (ver Quadro 1.1).

Quadro 1.1 Dois exemplos da aplicação do IMP na prática clínica

EXEMPLO 1: JAMES

Uma fisioterapeuta pediátrica está atendendo James, um menino encaminhado por causa da preferência da posição da cabeça para o lado direito. A história pré-natal e perinatal de James não apresenta intercorrências. A terapeuta realizou uma avaliação do IMP quando James tinha três meses de idade. O IMP mostrou escores baixos nos domínios de variação e simetria (ambos abaixo do percentil 5 [$< P5$]), o escore da fluência estava dentro da faixa típica e o escore da performance abaixo do percentil 15 ($< P15$). A terapeuta orientou James e sua

família, enfatizando a necessidade de experiências motoras variadas e estimulação específica do lado esquerdo, não preferido por James. Após três meses, a terapeuta repetiu a avaliação do IMP. Os resultados mostraram que James melhorou no domínio da performance (P15-P50), mas o escore de simetria melhorou apenas a uma extensão limitada (ainda < P5), e o escore de variação permaneceu baixo (< P5). A terapeuta considerou especialmente este último como um sinal de alto risco para desordem do desenvolvimento. Ela encaminhou James e sua família a um neurologista pediátrico.

EXEMPLO 2: JANET

Uma pediatra é responsável pelo acompanhamento de uma menina pré-termo, Janet. Ela nasceu com 27 semanas de gestação e teve uma história neonatal complicada, e a RM do seu cérebro mostrou leves anormalidades na substância branca periventricular. A pediatra avaliou Janet aos oito meses de idade corrigida com o IMP. Ela notou o seguinte: (1) o escore de variação de Janet foi relativamente bom (um escore logo abaixo do percentil 50 [P15-P50]), sugerindo que o risco de Janet para PC é baixo, o que trouxe uma mensagem tranquilizadora para os pais; (2) os escores de simetria e fluência estavam na faixa típica; e (3) os escores de adaptabilidade e performance de Janet estavam abaixo do percentil 15 (< P15). Os últimos dois escores indicaram que a lactente pode se beneficiar com a intervenção precoce: isto é, o tipo de intervenção em que os cuidadores aprendem como eles podem estimular o melhor desenvolvimento da lactente (Hadders-Algra, 2021a).

Esses exemplos de casos serão retomados no Capítulo 10.

A atividade autogerada do lactente é crucial no IMP. As ações motoras autoproduzidas – geradas de forma totalmente espontânea ou como parte das brincadeiras do IMP com a avaliadora – são pontuadas de acordo com os critérios definidos por 80 itens. A avaliação do IMP é baseada na observação do comportamento motor e não envolve interpretações do comportamento motor (por exemplo, “tônus muscular alto”). A interpretação dos dados do IMP ocorre com base nos escores dos domínios e no escore total do IMP, que são calculados ao final da avaliação (ver Capítulo 10). A natureza observacional do IMP está de acordo com a abordagem etológica de Heinz Prechtl, o pioneiro do *General Movement Assessment* (Prechtl, 1990). Prechtl aprendeu o valor dos métodos etológicos, incluindo a observação comportamental, com seu famoso professor, o laureado com o Nobel, Konrad Lorenz.

O Capítulo 2 resume os princípios do desenvolvimento motor, com atenção especial à TSGN. O Capítulo 3 descreve o delineamento do IMP e suas propriedades

psicométricas, dando atenção também aos aspectos práticos da avaliação. Os Capítulos 4 a 9 relatam os procedimentos reais de avaliação para as diferentes situações durante as quais o comportamento motor é avaliado (supino, prono, sentado, em pé e andando, e realizando alcance, preensão e manipulação). Os itens individuais são descritos, incluindo os critérios para seus escores. Para os itens com dependência de idade, a dependência da idade do lactente é ilustrada por gráficos com os dados normativos do nosso estudo (ver Capítulo 3). A dependência ocorre predominantemente nos itens do domínio performance e adaptabilidade.

No Capítulo 10, são discutidos o cálculo e a interpretação dos escores do IMP. Esse capítulo inclui curvas de percentis com base nos dados normativos do nosso estudo de uma amostra representativa de 1.700 lactentes dos Países Baixos, com idade corrigida entre 2 e 18 meses. As curvas de percentis auxiliam na interpretação dos escores do IMP. Descrevemos a importância do perfil do IMP para a adequada orientação fisioterapêutica do lactente e a importância do IMP para a predição dos desfechos do desenvolvimento.

Finalmente, três observações práticas: primeiro, as idades dos lactentes usadas neste manual sempre se referem às idades corrigidas para o nascido prematuro. Isso não será indicado novamente no texto.

Segundo, escrever sobre indivíduos que podem pertencer a qualquer categoria de gênero coloca o autor em uma posição desconfortável entre usar expressões complexas ou selecionar um gênero específico. O último resulta em um texto mais fácil de ler, mas esta opção tem a desvantagem de que pode ocorrer uma impressão de “negligência” de outras identidades de gênero. Optamos por uma única opção de gênero para facilitar a leitura e optou-se pelo gênero feminino quando se referindo ao examinador e gênero masculino quando se referindo à criança. No entanto, gostaríamos de enfatizar nossas intenções de neutralidade de gênero.

Terceiro, o livro é ricamente ilustrado, com figuras e vídeos. Os pais de todos os lactentes nos forneceram permissão por escrito para usarmos os materiais de vídeo e fotográfico para a publicação. Nos demais capítulos, essa informação não se repete a cada figura ou vídeo.

CAPÍTULO 2

PRINCÍPIOS DO DESENVOLVIMENTO NEUROMOTOR

O IMP é um instrumento para avaliação do comportamento motor na faixa etária entre 3 e 18 meses. Durante esse período da vida, o comportamento motor infantil muda impressionantemente: por exemplo, lactentes com desenvolvimento típico aprendem a alcançar e apreender, sentar, ficar em pé e andar. Os lactentes adquirem essas habilidades devido à interação contínua entre os processos de desenvolvimento que ocorrem no corpo e no ambiente. Das mudanças no desenvolvimento do corpo, aquelas que ocorrem no cérebro desempenham um papel proeminente. Neste capítulo, resumimos brevemente (1) o desenvolvimento do cérebro humano, (2) o desenvolvimento muscular, (3) desenvolvimento dos sistemas sensoriais, (4) teorias do desenvolvimento motor, e (5) o desenvolvimento motor. Nosso foco é nas mudanças de desenvolvimento que ocorrem antes dos dois anos de idade (Hadders-Algra, 2021a). Na seção das teorias do desenvolvimento motor, nós focamos na Teoria da Seleção dos Grupos Neurais, por ser o referencial teórico inerente ao IMP.

DESENVOLVIMENTO DO CÉREBRO HUMANO

O desenvolvimento do cérebro humano leva muitos anos; somente aos 40 anos de idade o sistema nervoso obtém sua configuração adulta completa (De Graaf-Peters e Hadders-Algra, 2006; Hadders-Algra, 2018a; Figura 2.1). Os processos de desenvolvimento no cérebro são o resultado de uma interação contínua entre genes e ambiente, atividade e experiência (Ben-Ari e Spitzer, 2010).

O desenvolvimento neural começa na quinta semana de idade pós-menstrual (IPM) com o desenvolvimento ectodérmico do tubo neural. Logo após o fechamento do tubo, áreas específicas próximas aos ventrículos começam a gerar neurônios. A maioria dos

neurônios é formada entre 5 e 25 a 28 semanas de IPM. A partir de sua origem nas camadas ventriculares, os neurônios se movem radialmente ou tangencialmente para seu local de destino final na placa cortical localizada mais superficialmente (Ortega et al., 2018). O processo de migração atinge o pico entre 20 e 26 semanas de IPM. Durante a migração, os neurônios começam a se diferenciar: ou seja, eles começam a produzir axônios, dendritos, sinapses com neurotransmissores, os componentes intracelulares e as membranas neuronais complexas. Notavelmente, a primeira geração de neurônios não migra para a placa cortical; eles param na subplaca cortical.

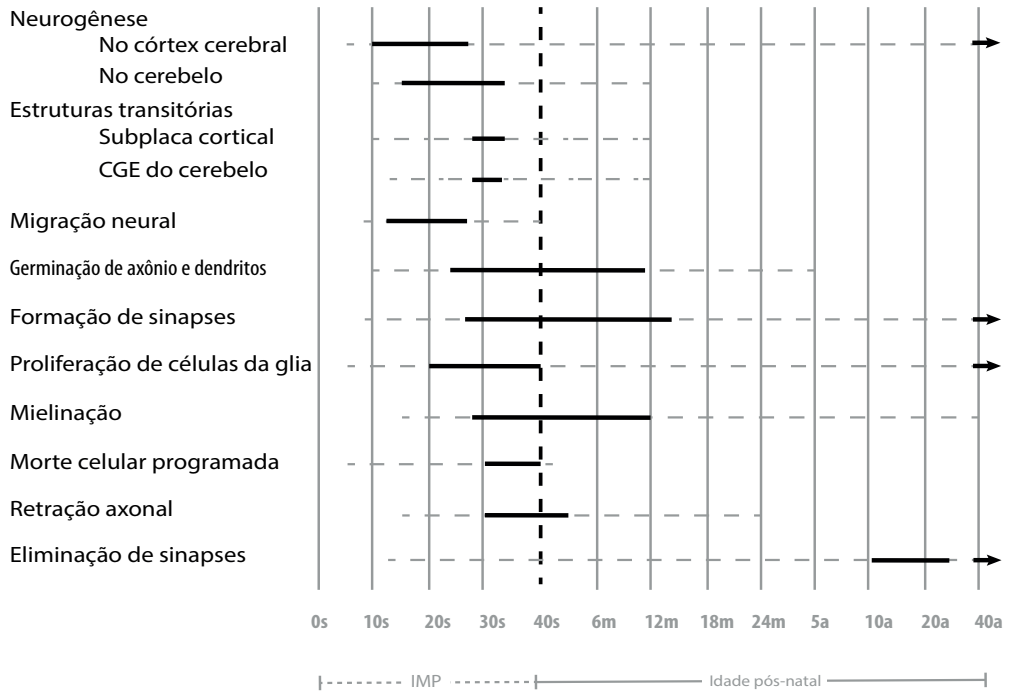


Figura 2.1 Visão esquemática geral dos processos de desenvolvimento que ocorrem no cérebro humano. As linhas em negrito indicam que os processos mencionados à esquerda estão muito ativos; as linhas tracejadas denotam que os processos ainda continuam, mas menos abundantemente. O diagrama é baseado na revisão de Hadders-Algra (2018a).

CGE = camada granular externa; m = meses; IPM = idade pós-menstrual; s = semanas; a = anos.

Figura reproduzida com permissão do *Early Detection and Early Intervention in Developmental Motor Disorders* por Mijna Hadders-Algra (ed) publicado por Mac Keith Press (www.mackeith.co.uk) na *Clinics in Developmental Medicine Series*, 2021, 978-1-911612-43-8.

A subplaca cortical é a estrutura entre a placa cortical e a futura substância branca (Figura 2.2). É o principal local de diferenciação neuronal e sinaptogênese no córtex, que recebe as primeiras aferências corticais em crescimento (por exemplo, do tálamo) e é o principal local de atividade sináptica no cérebro fetal (Kostović et al., 2015). Isso implica a subplaca ser o principal mediador do comportamento motor fetal (Hadders-Algra, 2018b). A subplaca é mais espessa entre 28 e 34 semanas de IPM. Antes dessa

idade, de 25 a 26 semanas em diante, os neurônios da subplaca começam a morrer gradualmente, e os neurônios gerados posteriormente começam a povoar a placa cortical. Essas mudanças do desenvolvimento são acompanhadas pela realocação das aferências tálamo-corticais, que agora crescem até seu alvo final na placa cortical (Kostović et al., 2014a).

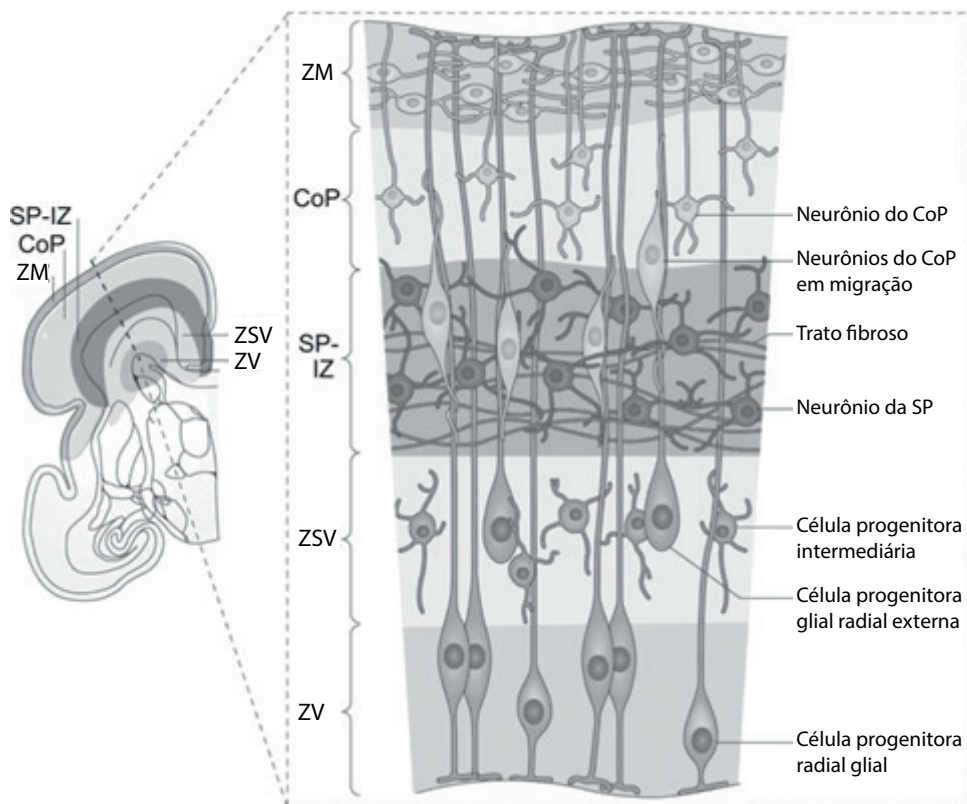


Figura 2.2 Desenvolvimento do córtex cerebral humano. Representação esquemática do córtex cerebral humano com 28 semanas de IPM. À esquerda é mostrada uma seção coronal; a caixa inserida à direita fornece detalhes dos processos de desenvolvimento. A zona ventricular (ZV) e zona subventricular (ZSV) constituem as matrizes germinativas onde ocorre a divisão celular. As primeiras gerações de células são produzidas na ZV, e as gerações posteriores na ZSV. A ZSV é uma estrutura que se expandiu durante a filogênese; a qual é especialmente grande em primatas (ORTEGA et al., 2018). As células gliais radiais expandem seus filamentos entre as camadas germinativas e a camada mais externa do córtex (zona marginal (ZM)). Os neurônios da primeira geração migram para a subplaca (SP) – eles participam do córtex fetal funcional; as gerações posteriores de neurônios migram para a placa cortical (CoP).

Figura reproduzida do Hoerder-Suabedissen e Molnár (2015) com permissão dos autores e do *Nature Publishing Group*.

No terceiro trimestre da gestação, o córtex aumenta em tamanho e a girificação se inicia (Kostović e Judas, 2010). Durante essa fase, a espessura da subplaca diminui, enquanto da placa cortical aumenta. Isso também implica o córtex humano nesse momento ser caracterizado pela coexistência de dois circuitos corticais separados, mas interconectados: os circuitos fetais corticais transitórios centrados na subplaca

e os circuitos permanentes imaturos, mas progressivamente em desenvolvimento, centrados na placa cortical. A dupla circuitaria termina quando a subplaca se dissolve. Essa situação é alcançada nos córtex motor, sensorial e visual primário por volta de três meses pós-termo, mas apenas por volta de um ano de idade no córtex pré-frontal associativo (Kostović et al., 2014b).

O desenvolvimento cerebral também envolve a criação de células gliais. A produção de células gliais ocorre principalmente na segunda metade da gestação. Parte das células gliais (ou seja, os oligodendrócitos) são responsáveis pela mielinização axonal. O desenvolvimento de oligodendrócitos atinge o pico entre 28 e 40 semanas de IPM (Volpe, 2009a). A mielinização está proeminentemente presente no terceiro trimestre da gestação e nos seis primeiros meses pós-natais (Yakovlev e Lecours, 1967; Haynes et al., 2005). No entanto, a mielinização é um processo de longa duração que é apenas concluída por volta dos 40 anos de idade (De Graaf-Peters e Hadders-Algra, 2006).

O desenvolvimento cerebral não implica apenas a geração de neurônios e conexões; também envolve fenômenos regressivos. O processo de morte neuronal já foi mencionado. Estima-se que, no sistema nervoso central dos mamíferos, cerca de metade dos neurônios criados morrem por apoptose. Os neurônios morrem como resultado da interação entre processos endógenos programados e os sinais químicos e elétricos induzidos pela experiência (Lossi e Merighi, 2003). Um exemplo bem conhecido de eliminação axonal é a remoção que ocorre durante o desenvolvimento do trato corticoespinhal. Nesse trato, a eliminação axonal se inicia durante o último trimestre de gestação e continua durante os dois primeiros anos de vida pós-natal. Como resultado, as projeções corticoespinhais inicialmente bilaterais do trato na medula espinhal são reorganizadas principalmente em um sistema de fibras contralaterais (Eyre, 2007). A eliminação de sinapses no cérebro se inicia na metade do período fetal. No entanto, nas sinapses do córtex cerebral, a eliminação é mais pronunciada entre o início da puberdade e da idade adulta (Petanjek et al., 2011).

Desde idades precoces, os neurotransmissores e seus receptores estão presentes no tecido neural. (Para uma revisão, veja Herlenius e Lagercrantz, [2010]). Interessantemente, o período peri-termo é caracterizado por uma configuração específica transitória de vários sistemas transmissores: isto é, por uma superexpressão temporária de receptores noradrenérgicos- α_2 e receptores glutamatérgicos-NMDA, uma inervação serotoninérgica relativamente alta, e uma alta descarga dopaminérgica. Tem sido sugerido que esta configuração de neurotransmissores próximo à idade a termo induz a uma hiperexcitabilidade, expressa, dentre outras maneiras, pelos motoneurônios, e que esta configuração temporária de transmissores facilita a transição do padrão respiratório fetal periódico para a respiração contínua necessária para a sobrevivência pós-natal (Hadders-Algra, 2018b).

O desenvolvimento do cerebelo tem seu próprio tempo. As células no cerebelo se originam de duas zonas proliferativas: (1) a zona ventricular que produz os núcleos cerebelares profundos e as células de Purkinje, e (2) a camada granular externa originária do lábio rômbico (Volpe, 2009b). A proliferação celular no cerebelo se inicia com 11 semanas de IPM na zona ventricular e com 15 semanas na camada granular

externa. A camada granular externa é uma estrutura transitória que atinge seu pico de espessura entre 28 e 34 semanas de IPM. Ela produz as células mais numerosas do cerebelo, as células granulares. Essas células migram da camada granular externa para seu destino final na camada granular interna. Esta última cresce mais proeminentemente entre o meio da gestação e três meses pós-termo. A camada granular externa reduz em tamanho, em particular entre dois e três meses pós-termo. No entanto, leva até a segunda metade do primeiro ano pós-natal para que a camada granular externa se dissolva totalmente (Hadders-Algra, 2018a).

Em resumo, durante a vida fetal e nos primeiros dois anos de vida pós-termo, o cérebro mostra uma alta velocidade do desenvolvimento. As mudanças mais significativas ocorrem na segunda metade da gestação e no início dos três meses pós-termo, em particular na subplaca cortical e cerebelo. À medida que a subplaca transitória se emparelha com uma alta taxa de complexas mudanças no desenvolvimento e interações com clara atividade funcional, duas fases do desenvolvimento foram distinguidas: (1) a fase transitória da subplaca cortical, que termina em torno de três meses pós-termo, quando os circuitos permanentes dos córtices motor, somatossensorial e visual primários substituem os temporários na subplaca e, posteriormente, (2) a fase na qual os circuitos permanentes dominam. Na última fase, em particular durante o restante do primeiro ano pós-termo, as principais mudanças do desenvolvimento cerebral consistem na reconfiguração axonal, produção de dendritos e sinapses, abundante mielinização e integração dos circuitos permanentes nas áreas de associação (Hadders-Algra, 2018a).

DESENVOLVIMENTO MUSCULAR

O tecido muscular tem origem mesodérmica. De cinco a oito semanas de IPM, as células mesenquimais indiferenciadas começam a produzir actina e miosina; quando essas proteínas se juntam em filamentos, nasce o mioblasto. Em seguida, os mioblastos adjacentes se fundem em miotubos, que são as células musculares mais proeminentes entre 8 e 16 semanas de IPM. Entre 16 e 20 semanas de IPM, os miotubos começam a se modificar em miócitos. Os miócitos são produtores proeminentes de miofilamentos contráteis e miofibrilas (Sarnat, 2004).

Nas semanas subsequentes, especialmente entre 20 e 30 semanas de IPM, inicia-se a diferenciação histoquímica em miócitos tipo I e II (ou fibras musculares); este processo está sob controle neural. As fibras tipo I são caracterizadas pela intensa atividade enzimática oxidativa e pela atividade glicolítica relativamente fraca, implicando que são resistentes à fadiga. As fibras tipo II possuem uma atividade oxidativa relativamente fraca e uma atividade enzimática glicolítica relativamente alta. Elas são capazes de gerar rapidamente uma resposta de força relativamente grande, mas fadigam facilmente. Por volta das 30 semanas de IPM, cerca da metade das fibras musculares são caracterizadas como tipo I e a outra metade como tipo II. As fibras tipo II ainda se especializam em tipos IIa e IIb, sendo as últimas capazes de rapidamente produzir forças elevadas à custa de fadiga rápida. As características das fibras tipo IIa situam-se entre aquelas do tipo

I e as tipo IIb. Na idade a termo, 15% a 20% das fibras tipo II ainda são classificadas como indiferenciadas (IIc) (Sarnat, 2004).

Após a idade a termo, o número de fibras musculares não muda – é determinado geneticamente. Porém, é claro que as fibras musculares e, com isso, os músculos, continuam a crescer, e gradativamente obtêm suas características musculares específicas. Por exemplo, o músculo sóleo atinge alta porcentagem de fibras tipo I dos 9 a 12 meses de idade (Sarnat, 2004).

DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS SENSORIAIS

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA VISUAL

Após o nascimento, a referência visual é uma das principais fontes de informações aferentes usadas no desenvolvimento motor. A fixação visual curta e algum seguimento visual de um alvo com forte contraste preto e branco estão presentes em lactentes prematuros de baixo risco com 31 a 33 semanas de IPM (Ricci et al., 2010). Ainda, a acuidade visual do lactente a termo é 40 vezes menor do que a do adulto (Miranda, 1970). A acuidade melhora rapidamente durante o primeiro mês, mas com um mês de idade, a acuidade visual do lactente ainda continua abaixo da do adulto, a uma razão de 12 vezes (Braddick e Atkinson, 2011). Por volta dos quatro a seis meses de idade, o desenvolvimento da acuidade visual mantém um platô por cerca de cinco meses. Depois disso, a acuidade visual melhora gradativamente. No entanto, leva cerca de sete a nove anos para que a acuidade visual alcance os valores de adultos (Adams e Courage, 2002).

Duas outras funções visuais não estão presentes na idade a termo: visão de cores e estereopsia. A visão das cores surge por volta dos dois meses (Burr et al., 1996). Aos três meses, alvos amarelo-azuis são facilmente detectados, mas leva entre 17 e 23 meses até que todos os lactentes sejam capazes de detectar alvos vermelho-verdes (Mercer et al., 2014). O precursor da estereopsia (fusão binocular) também surge aos dois meses, enquanto a estereopsia em si começa entre quatro e cinco meses. No entanto, leva até o início da adolescência para que a estéreo-acuidade obtenha a sua capacidade adulta (Norcia e Gerhard, 2015).

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA VESTIBULAR

O sistema vestibular auxilia o ser humano na orientação espacial e no controle do equilíbrio. O desenvolvimento estrutural do labirinto com seus canais semicirculares e otólitos (responsáveis pela detecção da aceleração angular e linear, respectivamente) ocorre em grande parte durante a primeira metade da gestação (Jeffery e Spoor, 2004). A presença do reflexo vestibulo-ocular e do reflexo de Moro em lactentes prematuros indica que o sistema vestibular é funcionalmente ativo antes da idade a termo (Dubowitz et al., 1999, reflexo vestibulo-ocular: observação pessoal).

A maioria dos dados sobre o desenvolvimento do sistema vestibular durante a infância são baseados em poucos estudos usando o reflexo vestibulo-ocular: isto é, a adaptação reflexa dos movimentos dos olhos aos movimentos da cabeça com base nas informações vestibulares. Esses estudos mostram que a responsividade vestibular melhora rapidamente durante os dois primeiros meses de vida pós-termo (Weissman et al., 1989; Young, 2015). Posteriormente, o reflexo vestibulo-ocular continua melhorando até os seis anos de idade, após os quais o desenvolvimento progride lentamente até os 16 anos de idade (Wiener-Vacher e Wiener, 2017).

DESENVOLVIMENTO DA PROPRIOCEPÇÃO

A propriocepção fornece ao sistema nervoso informações sobre músculos, tendões e articulações. Estudos sobre os reflexos de estiramento monossinápticos mostram que esses estão presentes a partir de pelo menos 31 semanas de IPM em diante (O'Sullivan et al., 1991). Com o aumento da idade, o limiar para elicitar a resposta aumenta, começando com um aumento relativamente rápido durante os três primeiros meses pós-termo, o qual é seguido por um aumento lento e gradual até os seis anos de idade (Hakamada et al., 1988; O'Sullivan et al., 1991). Durante a infância, o reflexo de estiramento monossináptico elicita a atividade não apenas em seu músculo homônimo, mas também em outros músculos. Por exemplo, após a percussão no tendão do bíceps braquial, a atividade reflexa irradia variavelmente para os músculos tríceps braquial, peitoral maior, deltoide e hipotenar, e durante o reflexo patelar, a atividade reflexa irradia variavelmente para os músculos isquiotibiais, gastrocnêmio, tibial anterior ipsilaterais, e músculos quadríceps e isquiotibiais contralaterais (O'Sullivan et al., 1991; Leonard et al., 1995; Teulier et al., 2011; Hamer et al., 2016). Com o aumento da idade, a irradiação reflexa diminui, mas no segundo ano de vida ainda está presente em muitos músculos. Ela desaparece na idade de quatro a cinco anos (O'Sullivan et al., 1991; Leonard et al., 1995). Esses dados indicam que os circuitos espinhais envolvidos no processamento segmentar da informação proprioceptiva mostram mudanças substanciais no desenvolvimento, incluindo mudanças na inibição recíproca e de Renshaw (McDonough et al., 2001). Essas mudanças ocorrem em interdependência com as mudanças do desenvolvimento supraespinhais.

DESENVOLVIMENTO DO PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO CUTÂNEA

O *input* cutâneo fornece ao sistema nervoso as informações recebidas pela pele: por exemplo, estímulos dolorosos, do contato da pele de partes do corpo com a superfície de apoio ou das mãos durante a manipulação. O desenvolvimento do processamento da informação cutânea em idades precoces tem sido estudado especialmente por meio do reflexo de retirada (a estimulação da planta do pé resulta na flexão da perna estimulada). Esse reflexo tem sido observado em lactentes prematuros a partir de 23 semanas de IPM (Martakis et al., 2017). Em lactentes prematuros jovens, o reflexo tem um limiar de excitabilidade muito baixo, seu campo receptivo se estende até a coxa e a

nádega, e mostra sensibilização: isto é, após estimulação repetida, ocorre um aumento da resposta, resultando finalmente em movimentos corporais generalizados (Andrews e Fitzgerald, 1994). Com o aumento da idade, o limiar de excitabilidade aumenta, o tamanho da resposta diminui, o campo receptivo fica menor e – entre 35 e 37 semanas de IPM – a sensibilização muda para habituação (Andrews e Fitzgerald 1994; Fabrizi et al., 2011; Hartley et al., 2016). Essas mudanças de desenvolvimento são acompanhadas por mudanças nas respostas evocadas no eletroencefalograma (EEG). Antes de 35 a 37 semanas de IPM, tanto o estímulo nociceptivo (punção do calcanhar por necessidade clínica) quanto o não-nociceptivo (toque) evocam apenas traçados inespecíficos no EEG, mas após essa idade, esses estímulos resultam em respostas evocadas distintas que diferem o estímulo nociceptivo e o não nociceptivo (Fabrizi et al., 2011, Hartley et al., 2016). Essas mudanças sugerem alterações significativas nos circuitos supraespinhais, nas quais a crescente realocação das aferências tálamo-corticais na placa cortical presumivelmente desempenham um papel.

Neonatos nascidos a termo já possuem habilidades incríveis para processar informações tato-cinestésicas com as mãos: eles são capazes de discriminar objetos com base no peso (Hernandez-Reif et al., 2001), densidade da textura (Molina e Jouen, 2003), e rigidez ou elasticidade (Rochat, 1987). Eles até mostram sinais de reconhecimento de modalidade cruzada do formato: isto é, eles são capazes de transferir as informações táteis recebidas pelas mãos sobre a forma para informações visuais (Streri e Gentaz, 2003).

O conhecimento do processamento da informação cutânea provém especialmente de estudos sobre os reflexos miotáticos. Um reflexo miotático típico tem três componentes: E1, uma resposta excitatória de latência espinhal curta, que é seguida por uma resposta inibitória (I1), esta por sua vez é seguida por E2, a segunda resposta excitatória na qual os circuitos supraespinhais desempenham um papel significativo. Durante a infância, E1 é a característica mais proeminente de resposta. A partir dos seis meses, I1 emerge, enquanto E2 aparece entre um ano e meio e quatro anos de idade (Issler e Stephens, 1983; Evans et al., 1990). Em crianças menores de seis anos, E2 é menor do que E1, enquanto na maioria das crianças com mais de 12 anos E2 se torna maior do que E1 (Evans et al., 1990). Os dados indicam que com o aumento da idade, os sistemas supraespinhais desempenham um papel cada vez maior no processamento da informação cutânea. O processamento central da informação somatossensorial torna-se mais rápido com o aumento da idade, em particular durante os três primeiros anos pós-natais. Ele alcança valores do adulto na idade de sete a oito anos (Lauffer e Wenzel, 1986).

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA AUDITIVO

A informação auditiva não é apenas uma fonte primária de *input* para o desenvolvimento da linguagem; essa também permite o processamento do *feedback* verbal sobre atividades motoras e fornece orientação espacial. A partir das 19 semanas de IPM, o feto é capaz de responder aos sons com movimentos. Inicialmente, apenas responde à ocorrência de tons baixos. Com 27 semanas, os fetos respondem a tons de 250 e 500 Hz, mas não a tons de 1.000 e 3.000 Hz. A partir de 33 a 35 semanas de IPM, os tons mais altos são adicionados ao repertório auditivo. Durante a segunda metade da gestação,

o volume necessário para provocar uma resposta diminui para 20 a 30 dB (Hepper e Shahidullah, 1994).

Na idade a termo, o desenvolvimento auditivo já permite aos neonatos distinguirem a voz materna da voz de uma mulher desconhecida (Kisilevsky et al., 2003) e discriminarem entre vogais nativas e não-nativas (Moon et al., 2013). Contudo, o limiar de detecção do som de neonatos a termo é de 30 a 70 dB mais alto do que o de adultos. Esse limiar diminui rapidamente durante os primeiros seis meses de vida pós-termo, especialmente para tons altos, de modo que aos seis meses, o limiar para estes tons é apenas 10 dB maior do que o dos adultos. A sensibilidade para tons altos continua a se desenvolver mais rápido do que para tons baixos, com o primeiro alcançando valores de adultos por volta dos dois anos e o último por volta dos 10 anos (Mattock et al., 2012).

DESENVOLVIMENTO DO PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO OLFATIVA E GUSTATIVA

Os sentidos químicos do olfato e paladar servem principalmente para a avaliação das substâncias nutricionais. Porém, em lactentes, esses sentidos também auxiliam no desenvolvimento do comportamento motor, em particular no desenvolvimento do alcance, preensão e manipulação. Os lactentes não exploram objetos apenas com suas mãos e olhos. Eles quase sempre combinam exploração manual e visual com a experimentação pela boca; a boca proporciona exploração multimodal dos objetos (Hadders-Algra, 2018c). A boca continua sendo um meio favorito de exploração de objetos durante os primeiros nove meses pós-termo, mas mostra um declínio significativo após essa idade (Ruff, 1984).

TEORIAS DO DESENVOLVIMENTO MOTOR

Os conceitos de comportamento motor mudaram amplamente durante o último século. A visão anterior de que o comportamento motor era primariamente organizado em cadeias de reflexos foi substituída pela noção de que a atividade espontânea intrínseca é uma característica fundamental do cérebro (Sherrington, 1906; Raichle, 2015). Simultaneamente, as ideias sobre o desenvolvimento motor mudaram. Durante a maior parte do século passado, as Teorias Neuro Maturacionais guiaram o pensamento desenvolvimentista (por exemplo, Gesell e Amatruda, 1947). Essas teorias consideravam o desenvolvimento motor basicamente como um processo maturacional inato. Porém, durante as últimas duas décadas do século passado, tornou-se claro que o desenvolvimento motor é amplamente afetado pela experiência. Essa percepção e nosso conhecimento limitado sobre os mecanismos subjacentes sobre o desenvolvimento motor geraram uma abundância de teorias do desenvolvimento motor.

Atualmente, dois referenciais teóricos são dominantes: a Teoria dos Sistemas Dinâmicos (Thelen, 1995; Smith e Thelen, 2003; Spencer et al., 2011) e a Teoria da Seleção dos Grupos Neurais (TSGN) (Edelman, 1989, 1993; Hadders-Algra, 2010, 2018c). Essas teorias compartilham a opinião de que o desenvolvimento motor é um

processo não-linear com origem multifatorial e fases de transição. Os fatores que contribuem para tal consistem em características da própria criança, como o peso corporal e força muscular; a presença de problemas de saúde, como um distúrbio cardíaco; e componentes do ambiente, como as condições de moradia, a composição da família e a presença de brinquedos. Em outras palavras, ambas as teorias reconhecem a importância da experiência e do contexto. Porém, as duas teorias diferem em suas opiniões sobre o papel dos processos do neurodesenvolvimento geneticamente determinados. Na Teoria dos Sistemas Dinâmicos, os fatores genéticos desempenham apenas um papel limitado na constituição do cérebro, enquanto na TSGN, a informação genética, as cascatas epigenéticas e a experiência desempenham papéis igualmente importantes no desenvolvimento cerebral e motor (Edelman, 1989, 1993; Hadders-Algra, 2010, 2018a). Como a TSGN corresponde melhor às perspectivas atuais sobre as complexidades da influência genética e epigenética no desenvolvimento neural (Kang et al., 2011; Lv et al., 2013), usamos a TSGN como a teoria de referência para o delineamento do IMP.

TSGN E DESENVOLVIMENTO MOTOR TÍPICO

O ponto de partida da TSGN é a variação do comportamento neural (Edelman, 1989, 1993; Chervyakov et al., 2016). De acordo com a TSGN, o desenvolvimento motor é caracterizado por duas fases de variabilidade: variabilidade primária e secundária¹ (Edelman, 1989). Os limites da variabilidade são determinados por instruções genéticas (Krubitzer e Kaas, 2005; Chervyakov et al., 2016). O desenvolvimento inicia-se com a fase de variabilidade primária, durante a qual a atividade espontânea do sistema nervoso testa todas as opções funcionais disponíveis (Leighton e Lohmann, 2016). Em termos de comportamento motor, isso significa que o sistema nervoso explora todas as possibilidades motoras dos seus repertórios, induzindo assim variação abundante no comportamento motor (Hadders-Algra, 2010, 2018c). O comportamento motor variado emerge com 9 ou 10 semanas de IPM, implicando que o início da motilidade variada coincide com o surgimento da atividade sináptica na subplaca cortical (Figura 2.3; Hadders-Algra, 2018b). A exploração motora variada gera uma abundância de informações aferentes autoproduzidas, que por sua vez são usadas direta ou indiretamente por meio da expressão gênica transcricional para modelagem adicional do sistema nervoso (desenvolvimento experiência-expectante) (Greenough et al., 1987).

Entretanto, inicialmente (isto é, durante a fase de variabilidade primária), a informação aferente só pode ser usada em uma extensão limitada para adaptar o comportamento motor às especificidades da situação. A ampla atividade espontânea prepara o sistema nervoso especialmente para o uso preciso e integrado das informações perceptivas aferentes para adaptar o comportamento motor em uma fase posterior. Por exemplo, o comportamento motor espontâneo auxilia no ajuste fino da estrutura de base genética no córtex somatossensorial (Hadders-Algra, 2018c). Em suma, na fase de variabilidade primária, o comportamento motor é caracterizado pela variação, sem adaptação ou com adaptação mínima (Hadders-Algra, 2010, 2018c).

1 Observe que no manual IMP, a palavra *variabilidade* se refere às duas fases de desenvolvimento da TSGN, enquanto a palavra *variação* é usada para denotar o repertório de movimentos do lactente [N.T.].

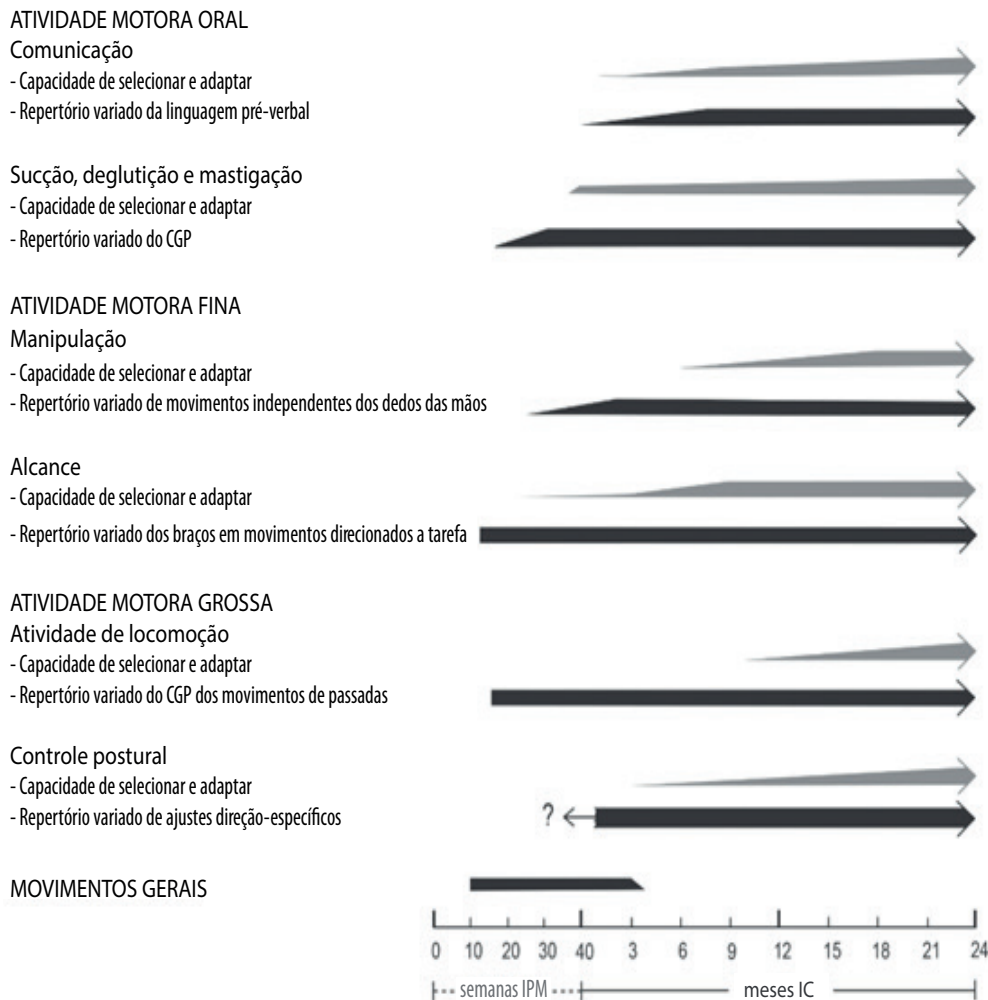


Figura 2.3 Desenvolvimento da variabilidade primária e secundária. Visão geral do desenvolvimento das fases de variabilidade primária e secundária no desenvolvimento motor grosso, fino e oral. A linha inferior representa a idade, primeiro em semanas de IPM, e depois da idade a termo (40 semanas), em meses de idade corrigida. As linhas do tempo pretas refletem o desenvolvimento do repertório variado, e as linhas do tempo cinzas a capacidade de selecionar e adaptar. O diagrama indica que os repertórios primários iniciam o desenvolvimento principalmente antes da idade de termo, enquanto a variabilidade secundária, isto é, a capacidade de selecionar e adaptar, se desenvolve principalmente após os três meses pós-termo. Uma exceção a essa regra é o desenvolvimento da sucção adaptativa, a qual está presente a partir de 36 semanas de IPM. GPC = gerador de padrão central.

Figura reproduzida de Hadders-Algra, Early human motor development: from variation to the ability to vary and adapt, *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 90: 411-427, copyright 2018, com permissão da Elsevier.

Em um determinado momento, especialmente após os três meses de idade pós-termo, quando a subplaca transitória desaparece nos córtices sensório-motores primários, a fase de variabilidade secundária ou adaptativa começa (Figura 2.3; Hadders-Algra, 2018a,

2018c). Nessa fase, o sistema nervoso claramente usa a informação aferente produzida pelo comportamento e palavras, o lactente aprende a adaptar seu comportamento motor, ou – em termos do IMP – a adaptabilidade emerge. A idade em que o lactente adquire a adaptabilidade é específica da função (Figura 2.3). Por exemplo, no desenvolvimento dos movimentos dos braços no alcance, a adaptabilidade geralmente emerge entre 5 e 13 meses, e no desenvolvimento da manipulação fina, a adaptabilidade emerge aos oito meses e é realizada por quase 90% dos lactentes aos 18 meses (Heineman et al., 2010b, Capítulo 8). Esses dois exemplos ilustram que o desenvolvimento da adaptabilidade é caracterizado – como o desenvolvimento dos marcos motores (Touwen, 1976) – por uma grande variação interindividual. Apesar de toda variação, os lactentes geralmente alcançam os primeiros estágios da variabilidade secundária de todas as funções motoras básicas, como sugar, alcançar, apreender, controle postural e locomover, na segunda metade do segundo ano pós-natal. Entretanto, leva até o final da adolescência para que o repertório neural secundário tenha alcançado sua configuração adulta (Hadders-Algra, 2010, 2018c).

A fase de variabilidade secundária é caracterizada pela seleção do movimento, um processo que é baseado em experiências ativas de tentativa e erro (desenvolvimento experiência-dependente) (Greenough et al., 1987; Edelman, 1993; Takahashi et al., 2013). Isso significa que o comportamento motor espontâneo (ou seja, autogerado) com sua experiência sensorio-motora associada desempenha um papel fundamental (Hadders-Algra, 2018c). A experiência sensorio-motora envolve informações multimodais: ou seja, a informação combinada de múltiplos sistemas sensoriais, como os sistemas proprioceptivo, tato-cinestésico, visual e auditivo. O processo de aprendizagem motora e seleção do repertório é especialmente efetivo quando o lactente se engaja em brincar com outros: por exemplo, cuidadores ou irmãos. O lactente não aprende apenas com suas próprias tentativas e erros, mas também se beneficia com as ações realizadas pelos outros devido aos mecanismos dos neurônios-espelho (Meltzoff et al., 2009; Hadders-Algra, 2021a).

É importante perceber que o desenvolvimento motor não é um fenômeno de desenvolvimento isolado. O desenvolvimento motor está interligado com o desenvolvimento sensorial, cognitivo, da linguagem e social (Bornstein et al., 2013, Adolph e Hoch, 2019). Por exemplo, a habilidade do lactente de se movimentar por meio do arrastar sobre o abdômen o permite explorar o ambiente e se mover até os cuidadores quando chamado; enquanto lê o livro do bebê com a mãe, a criança não é apenas convidada a se comunicar verbalmente e melhorar a sua compreensão do mundo, mas também é encorajada a produzir movimentos de apontar e virar páginas.

TSGN E DESENVOLVIMENTO MOTOR ATÍPICO

O desenvolvimento motor atípico pode se originar de mutações genéticas ou adversidades que ocorrem durante o desenvolvimento inicial. Ambos os percursos etiológicos podem resultar em uma anomalia estrutural ou lesão no cérebro em desenvolvimento, ou em uma configuração diferente dos sistemas de neurotransmissores específicos, como os sistemas monoaminérgicos. Nos parágrafos seguintes, essas duas injúrias

são apresentadas separadamente, mas deve-se ter em mente que as lesões do cérebro imaturo são frequentemente associadas às alterações em sistemas neurotransmissores específicos (Kolb e Gibb, 2007).

Baseado na TSGN, uma lesão cerebral precoce, como a presente em crianças com PC, tem duas consequências principais. Primeiro, o repertório motor é reduzido (Hadders-Algra, 2010; Heineman et al., 2010a, 2011). Em lactentes mais jovens, isso significa que o repertório de combinações dos movimentos está reduzido; em lactentes mais velhos e crianças, isso implica na presença de um repertório reduzido de estratégias motoras. A redução do repertório resulta em comportamento motor menos variado e mais estereotipado: isto é, variação reduzida durante ambas as fases da variabilidade. Esse aspecto do comportamento motor é avaliado no domínio ‘variação’ do IMP. Segundo, durante a variabilidade secundária, crianças com lesões cerebrais precoces têm prejuízo para selecionar a estratégia mais apropriadamente adaptada do seu repertório limitado. Esse aspecto do comportamento motor é avaliado no domínio ‘adaptabilidade’ do IMP. A capacidade prejudicada de adaptar o comportamento motor e selecionar a melhor solução tem uma origem tripla. Primeiro, o impulso exploratório de crianças com lesões cerebrais precoces é frequentemente reduzido (Landry et al., 1993; Festante et al., 2019). Isso reduz as oportunidades do lactente de experimentar por tentativa e erro. Segundo, a capacidade limitada de selecionar a estratégia mais eficiente do repertório está relacionada aos déficits no processamento da informação sensorial, que estão quase sempre presentes em crianças com lesões cerebrais precoces. Terceiro, a presença de um repertório reduzido pode dificultar a seleção da estratégia quando a lesão cerebral “fez desaparecer” a melhor estratégia típica e a criança é forçada a selecionar uma “segunda melhor” estratégia (Hadders-Algra, 2010).

Nosso conhecimento sobre as alterações nas configurações dos neurotransmissores devido às adversidades no início da vida humana é limitado. Muito se sabe sobre o efeito do estresse fisiológico e também psicológico precoce nos sistemas monoaminérgicos. Exemplos do estresse precoce são nascimento prematuro de baixo risco, restrição do crescimento intrauterino e estresse psicológico materno durante a gravidez. Dados de animais indicam que o estresse durante o início da vida dá origem a mudanças na atividade serotoninérgica e noradrenérgica no córtex cerebral e alterações na atividade dopaminérgica no corpo estriado e córtex pré-frontal (Braun et al., 2017). A pesquisa em animais também demonstra que os sistemas monoaminérgicos desempenham um papel na adaptação do comportamento motor por codificar a informação sensorial para ajustar a atividade no córtex motor (Vitrac e Benoit-Marand, 2017). Estudos em humanos indicam que o estresse durante o início da vida de fato está associado a uma condição neurológica menos ideal na infância e a um comportamento menos adaptativo na vida futura (Kikkert et al., 2010; Braun et al., 2017). Combinados, esses dados sugerem que o estresse durante o início da vida – por meio de uma configuração alterada das vias dos sistemas monoaminérgicos – pode estar associado à adaptabilidade limitada do comportamento motor (Hadders-Algra, 2010).

DESENVOLVIMENTO MOTOR

Esta seção oferece uma visão geral concisa do desenvolvimento motor nos primeiros dois anos. Detalhes sobre como as várias habilidades motoras evoluem são fornecidos nos capítulos que descrevem os itens do IMP (Capítulo 4 a 9; ver também obra de Hadders-Algra, 2018c).

Os primeiros movimentos surgem no início da vida fetal: com sete semanas de IPM, o feto começa a produzir pequenos movimentos laterais da cabeça e até do tronco (Lüchinger et al., 2008). Isso significa que os primeiros movimentos surgem antes que o arco reflexo espinhal tenha sido completado. Esse fato ilustra que a atividade espontânea padronizada e intrínseca é uma propriedade essencial do tecido neural (Hadders-Algra, 2018c). Logo depois disso, entretanto, as informações aferentes associadas com os movimentos gerados espontaneamente auxiliam na posterior modelagem cerebral. Com oito semanas de IPM, os membros também começam a participar dos movimentos. Os movimentos são pequenos, de curta duração e simples. Uma a duas semanas depois, com 9 a 10 semanas de IPM, os movimentos gerais emergem com complexidade e variação. Durante os movimentos gerais, o feto explora todas as combinações dos movimentos das várias articulações corporais (complexidade) continuamente ao longo do tempo (variação) (Hadders-Algra, 2018b).

Logo após o surgimento dos primeiros movimentos, outros movimentos são agregados ao repertório fetal, como movimentos isolados de braços e pernas; sobressaltos; alongamentos; movimentos respiratórios periódicos; e movimentos de sucção e deglutição. Todos os movimentos continuam presentes durante a gravidez, sendo os movimentos gerais o padrão de movimento mais frequentemente usado (De Vries e Fong, 2006). Os movimentos gerais persistem até três a cinco meses pós-termo, quando são gradualmente substituídos por atividades direcionadas à tarefa.

Nos parágrafos a seguir, descreveremos o desenvolvimento de habilidades motoras. No entanto, deve-se perceber que esse resumo global não faz jus à grande variação intraindividual e interindividual do desenvolvimento típico e, portanto, para com a variação inerente ao IMP.

No desenvolvimento das habilidades motoras grossas, dois diferentes componentes podem ser distinguidos: (1) a habilidade de manter uma posição específica, como sentar e ficar em pé; e (2) a habilidade de se mover: por exemplo, ao rolar, engatinhar e andar. Ambos os tipos de atividades dependem fortemente do controle postural. Os comandos estruturais básicos para o controle postural estão presentes logo após a idade a termo, mas leva muitos anos para o controle postural atingir sua configuração adulta. O controle postural não se desenvolve no sentido crânio caudal como é frequentemente presumido; ele se desenvolve pelo uso variado dos músculos posturais para uma seleção da atividade muscular postural específica à situação (Hadders-Algra, 2008, 2018c). A ideia de que o desenvolvimento do controle postural segue uma sequência crânio caudal é baseada presumivelmente na observação de que os lactentes ficam cada vez melhores em lidar com menos suporte postural durante o sentar, manter-se em pé e andar. O lactente mais jovem é capaz apenas de controlar uma parte do corpo,

que consiste em alguns segmentos: o lactente é capaz de equilibrar a cabeça quando recebe apoio externo no corpo inteiro. Com o aumento da idade, o lactente é capaz de adquirir o controle de um número crescente de segmentos corporais; isso permite ao lactente sentar, ficar em pé e andar independentemente. Uma transição importante na organização dos comandos posturais é a rápida melhora no controle postural antecipatório quando o lactente aprende a andar independentemente. O desenvolvimento de ambas as habilidades é altamente interrelacionado: um certo nível de controle postural permite ao lactente explorar as habilidades da marcha, enquanto a experimentação do comportamento do andar alimenta o sistema de controle postural com experiências de aprendizagem por tentativa e erro (Boxum et al., 2019).

De modo geral, o desenvolvimento motor grosso é caracterizado pelos seguintes eventos (Hadders-Algra, 2018c): por volta dos três meses, o lactente é capaz de equilibrar sua cabeça sobre seu tronco com alguns movimentos oscilantes; a partir dos quatro a cinco meses em diante, os lactentes começam a rolar e mover-se sobre o abdômen (pivotando e arrastando); isso geralmente muda para o engatinhar entre 6 e 11 meses de idade; enquanto isso, os lactentes aprendem a sentar independentemente (a maioria, dos seis aos nove meses), a ficar em pé sem apoio (a maioria, dos 10 aos 16 meses) e – um pouco mais tarde – a andar independentemente (a maioria, dos 10 aos 17 meses).

Além disso, o desenvolvimento das habilidades manuais é dependente do controle postural e do suporte postural. Por volta dos três meses, os lactentes começam a brincar com suas mãos na linha média, a partir dos quatro a cinco meses em diante são capazes de alcançar e apreender um objeto. O alcance do lactente consiste em uma variedade de movimentos bilaterais e unilaterais, com preferência unilateral. Primeiro, um objeto pode ser mantido, mas, relativamente pouco depois, o lactente consegue segurar dois objetos (isto é, um objeto em cada mão). Entre 6 e 12 meses, existe a crescente preferência por alcances unilaterais, com o uso variado dos lados direito e esquerdo. Por volta dos 9 a 14 meses, os lactentes também aprendem a segurar um objeto enquanto seguram outro na mesma mão. Ao longo dos primeiros 18 meses de vida, o lactente torna-se cada vez mais capaz de refinar os movimentos das mãos de acordo com a forma do objeto. Especialmente o uso do dedo polegar e do indicador, torna-se cada vez mais especializado. O comportamento de preensão inicial consiste principalmente da preensão palmar, mas com o aumento da idade, apenas o lado radial da mão é usado (preensão palmar radial). Ao final do primeiro ano, apreensão em pinça inferior (com dedo polegar estendido e dedo indicador flexionado) começa a dominar, após a qual emerge a preensão em pinça (com flexão dos dedos polegar e indicador) (Hadders-Algra, 2018c).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento cerebral e motor, duas fases podem ser distinguidas: (1) a fase da subplaca cortical transitória e (2) a fase dos circuitos permanentes. A primeira é caracterizada pela presença da subplaca cortical nos córtices sensorial e motor primário, implicando que ela termina três meses pós-termo, quando a subplaca nessas áreas

desaparece. Nessa fase, o comportamento motor é caracterizado pela variação sem adaptabilidade ou com adaptabilidade marginal. Isso é exemplificado pela variedade de movimentos gerais. A fase em que os circuitos permanentes prevalecem é a fase durante a qual o cérebro é cada vez mais capaz de dar sentido às informações multimodais aferentes e a criança desenvolve habilidades motoras específicas. Essa fase é caracterizada pela variação e uma crescente capacidade de adaptar o comportamento motor às restrições ambientais. Em outras palavras, o comportamento motor é caracterizado pela variação e crescente adaptabilidade.

O conhecimento de que os lactentes que vivenciaram adversidades no início da vida podem apresentar variação e adaptabilidade limitadas do comportamento motor nos inspirou a desenvolver o IMP, com seus dois novos domínios ‘variação’ e ‘adaptabilidade’.



O *INFANT MOTOR PROFILE* É UM MANUAL PRÁTICO SOBRE UM MÉTODO NOVO, BASEADO EM EVIDÊNCIAS PARA AVALIAR O COMPORTAMENTO MOTOR INFANTIL.

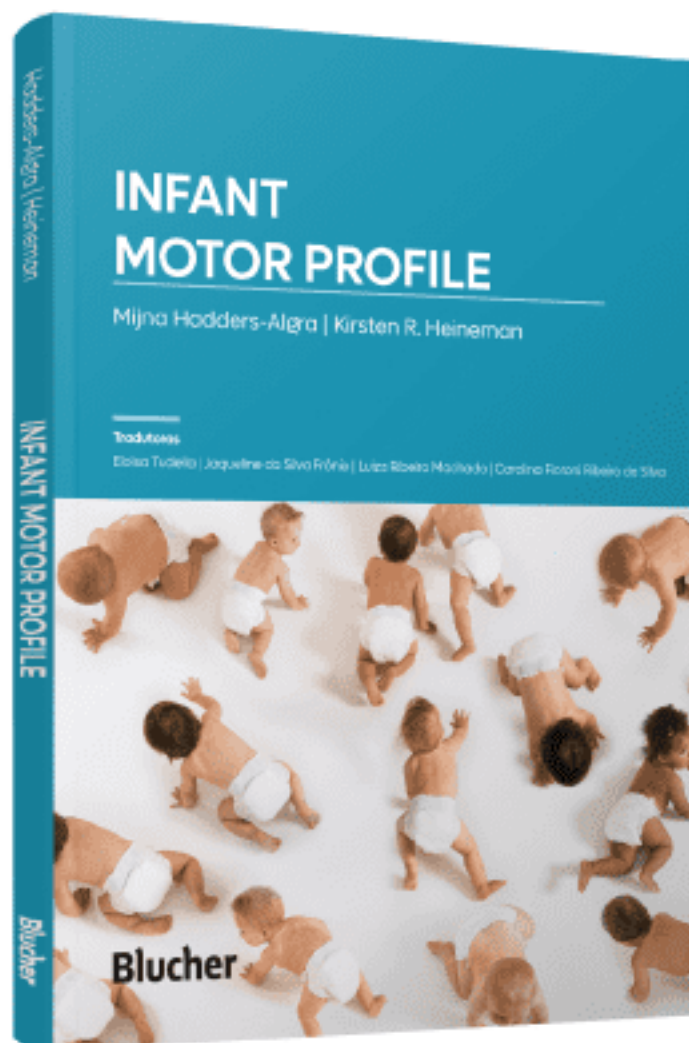
Não apenas observando quais marcos o lactente alcançou, mas também dando atenção à qualidade do comportamento motor – como o lactente se move, este texto fornece aos profissionais envolvidos no cuidado de lactentes de risco para desordens do desenvolvimento informações sobre cinco domínios do comportamento motor: variação, adaptabilidade, simetria, fluência e performance. Apoiado em extensivas e atualizadas pesquisas, inclui curvas de percentis para que os profissionais possam facilmente interpretar os escores dos lactentes. O perfil criado a partir da avaliação informa sobre a atual condição do lactente e o seu risco para desordens do desenvolvimento, bem como fornece sugestões para a intervenção precoce, de acordo com as potencialidades e limitações do lactente. Quando usado ao longo do tempo, pode ser um excelente instrumento para monitorar o progresso do desenvolvimento dos lactentes.

Ilustrado com várias figuras e acompanhado por um *website* que hospeda mais de 50 vídeos, este livro é uma leitura essencial para profissionais do desenvolvimento infantil, incluindo fisioterapeutas pediátricos, terapeutas ocupacionais, pediatras do desenvolvimento, neuropediatras e fisiatras pediátricos.



www.blucher.com.br

Blucher



Clique aqui e:

[VEJA NA LOJA](#)

Infant Motor Profile

Mijna Hadders-Algra, Kirsten R. Heineman

ISBN: 9786555066746

Páginas: 222

Formato: 17 x 24 cm

Ano de Publicação: 2023
