

Anestesia Subaracnóidea em Crianças *

Spinal Anesthesia in Children

Norma Sueli Pinheiro Módolo, TSA¹, Yara Marcondes Machado Castiglia, TSA²

RESUMO

Módolo NSP, Castiglia YMM - Anestesia Subaracnóidea em Crianças

Justificativa e Objetivos - Tem aumentado muito o emprego da anestesia subaracnóidea em crianças, principalmente neonatos com risco de desenvolver apnéia neonatal. O objetivo deste trabalho foi rever as diferenças anatômicas, fisiológicas e farmacológicas desta técnica em crianças.

Conteúdo - A anestesia subaracnóidea em crianças, apesar de ter sido técnica empregada desde o início do século XX, teve sua popularidade diminuída com o advento dos anestésicos inalatórios e bloqueadores neuromusculares, para ser novamente resgatada em 1979. As características favoráveis desta técnica em pediatria são relativas à estabilidade cardiovascular, em crianças de até 8 anos de idade, à analgesia satisfatória e ao relaxamento muscular. Os anestésicos mais utilizados em crianças são a tetracaína e a bupivacaína, cujas doses são ajustadas tomando-se por base o peso corporal. Esta técnica é limitada pela duração relativamente curta, devendo ser utilizada para procedimentos cirúrgicos que não ultrapassem 90 minutos e também pela analgesia não abranger o pós-operatório. As complicações são as mesmas encontradas no paciente adulto, incluindo cefaléia por punção dural e irritação radicular transitória. As indicações são várias: cirurgias de abdômen inferior, genitália, membros inferiores, região perineal e, em alguns casos, até em cirurgias torácicas. Seu emprego tem particular interesse nos recém-nascidos prematuros, pelo risco de apresentarem a apnéia da prematuridade.

Conclusões - A anestesia subaracnóidea em crianças é técnica relativamente segura, com poucas complicações e pode ser considerada como opção para anestesia geral, principalmente nos recém-nascidos prematuros com risco de apresentarem complicações respiratórias no pós-operatório.

UNITERMOS - ANESTESIA, Pediátrica; TÉCNICAS ANESTÉSICAS, Regional: subaracnóidea

SUMMARY

Módolo NSP, Castiglia YMM - Spinal Anesthesia in Children

Background and Objectives - Pediatric spinal anesthesia has gained popularity mainly as an alternative to general anesthesia in pre-term neonates at risk for developing neonatal apnea. This study aimed at evaluating anatomic, physiologic and pharmacological differences of the technique in children.

Contents - Spinal anesthesia in children is being used since the early 20th century, but was overlooked for many years due to the introduction of inhalational anesthetics and neuromuscular blockers. It regained popularity in 1979. Its positive effects in pediatric anesthesia are cardiovascular stability in children up to 8 years of age, satisfactory analgesia and muscle relaxation. Most popular pediatric anesthetics are tetracaine and bupivacaine in doses adjusted to body weight, but this technique is limited by a relatively short duration of anesthesia. Surgical procedures cannot last more than 90 min and there is no satisfactory postoperative pain control. Complications are the same for adult patients and include post-dural puncture headache and transient radicular irritation. Indications are: lower abdomen, genitalia, perineal region, lower limbs and, in some cases, even thoracic surgeries. It is particularly attractive for pre-term neonates at higher risk for postoperative apnea after general anesthesia.

Conclusions - Spinal anesthesia in children is a relatively safe technique with few complications and may be considered an alternative for general anesthesia, especially for pre-term neonates at risk for postoperative respiratory complications.

KEY WORDS - ANESTHESIA, Pediatric; ANESTHETIC TECHNIQUES, Regional: spinal block

INTRODUÇÃO

O primeiro relato a respeito de anestesia subaracnóidea em crianças foi de August Bier, datado de 1899¹, quando realizou a técnica em um menino de 11 anos que foi submetido à drenagem de abscesso no ísquio. O anestésico local empregado foi a cocaína¹.

Em 1900, Bainbridge² noticiou a realização de 40 cirurgias com anestesia subaracnóidea, incluindo uma cirurgia em criança com menos de três meses de idade. A respeito deste caso, cujo diagnóstico era hérnia inguinal estrangulada, o autor fez o comentário de que a criança não sobreviveria se fosse submetida a anestesia geral. Realmente, este comentário foi pertinente, considerando-se que, naquela época, as anestésias gerais eram realizadas com clorofórmio gota a gota³.

O cirurgião britânico Tyrell Gray, em 1909⁴, publicou o resultado de uma série de 300 anestésias espinhais em crianças para procedimentos abaixo do diafragma. O autor observou, impressionado, a baixa incidência de náusea e vômito no pós-operatório.

* Recebido do (**Received from**) Hospital de Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP

1. Professora Assistente Doutora do Departamento de Anestesiologia da FMB - UNESP; Presidente do Comitê de Sub-Especialidade em Pediatria da Sociedade Brasileira de Anestesiologia

2. Professora Titular do Departamento de Anestesiologia da FMB - UNESP

Apresentado (**Submitted**) em 14 de março de 2001

Aceito (**Accepted**) para publicação em 11 de maio de 2001

Correspondência para (**Mail to**):

Dra. Norma Sueli Pinheiro Módolo

Departamento de Anestesiologia da FMB - UNESP

Distrito de Rubião Jr s/no - Caixa Postal 530

18618-970 Botucatu, SP

E-mail: nmodolo@fmb.unesp.br

© Sociedade Brasileira de Anestesiologia, 2001

Vários outros relatos sobre o uso de anestesia espinhal foram feitos por Junkin (1933)⁵, Robson (1936)⁶, Berkowithz e col. (1951)⁷.

Leigh e col.⁸ observaram, em 1948, que 10% de todas as anestésias realizadas em crianças no Hospital de Vancouver eram espinhais. Há, inclusive, relato de raquianestesia para procedimentos cirúrgicos mais complexos, como lobectomias e pneumectomias.

Com a melhora técnica da anestesia geral, a introdução dos curares (1944) e o aparecimento dos anestésicos inalatórios modernos, começando com o halotano (1956), diminuiu o uso da anestesia subaracnóidea³.

Gouveia⁹, em 1970, publicou sua experiência pessoal com esta técnica, realizada em 50 crianças, com idade variando de 3 meses a 12 anos. O autor não obteve complicações.

A anestesia subaracnóidea na faixa etária pediátrica também foi considerada segura por Cunto¹⁰ que, em 1975, utilizou-a em 84 crianças com idade entre 19 dias e 13 anos.

Em 1984, Abajian e col.¹¹ reportaram o uso de anestesia subaracnóidea em 78 crianças com menos de um ano de idade, sendo que 36 delas eram consideradas de alto risco. Estes fatos explicam o porquê de esta técnica ter novamente ganhado popularidade.

O avanço da tecnologia e o melhor treinamento do pessoal envolvido nas unidades de terapia intensiva neonatal fizeram com que aumentasse a sobrevivência dos bebês prematuros e os anesthesiologistas, não raramente, deparam-se com estes bebês que vêm, principalmente, para correção de hérnias inguinais. A anestesia subaracnóidea tem sido proposta como técnica anestésica única com o objetivo de diminuir a incidência de apnéia no pós-operatório imediato, que é alta neste grupo de pacientes, dependendo da idade pós-conceptual.

CONSIDERAÇÕES ANATÔMICAS

Existem diferenças anatômicas importantes entre a criança e o adulto, que estão relacionadas ao estágio do desenvolvimento da criança, e que deverão ser consideradas no momento da realização do bloqueio subaracnóideo.

A medula espinhal do neonato situa-se no nível da terceira vértebra lombar (L₃) e no final do primeiro ano de vida atinge a localização observada no adulto, na altura da primeira vértebra lombar (L₁)^{9,10,12-14}.

A punção lombar, nesta faixa etária, deverá ser realizada abaixo da quarta ou quinta vértebras lombares (espaços L₄-L₅ ou L₅-S₁), para maior segurança, devido ao risco de atingir a medula espinhal com a agulha^{3,9,15}. Ao se traçar uma linha imaginária entre as cristas ilíacas do neonato, ela cruzará sua coluna vertebral na altura do espaço L₄-L₅, enquanto que no adulto, na altura do espaço L₃-L₄¹⁶.

A extensão da medula espinhal de um bebê pesando entre 3 e 4 kg é de aproximadamente 20 cm, enquanto que a de um adulto é de 60 a 75 cm. Portanto, a medula espinhal do recém-nascido é proporcionalmente 5 vezes maior em relação ao seu peso que a do adulto^{11,16,17}.

Outro fator importante a se considerar é a quantidade de líquido, que no adulto é de 140 ml, sendo que 75 ml estão no espaço subaracnóideo. Na criança, a quantidade total está entre 40 e 60 ml e a metade deste total encontra-se no espaço subaracnóideo. Logo, apesar de o volume absoluto ser reduzido na criança, o volume relativo é maior (2 ml.kg⁻¹ no adulto e 4 ml.kg⁻¹ na criança)^{3,9,10,12-18}.

A medula espinhal da criança é muito vascularizada e promove rápida depuração do anestésico local^{11,14}.

ANESTÉSICOS LOCAIS

Os anestésicos locais do tipo éster (procaína, tetracaína) são metabolizados no plasma pela pseudocolinesterase. Neonatos e crianças até 6 meses têm metade da quantidade desta enzima encontrada nos adultos. A depuração pode estar reduzida e os efeitos do anestésico local, prolongados, embora clinicamente este fato seja irrelevante^{12,19}.

Os anestésicos locais do tipo amida (prilocaína, lidocaína, bupivacaína, ropivacaína) são metabolizados no fígado e têm alta ligação protéica. O fluxo sanguíneo hepático é menor no neonato e na criança abaixo de 3 meses e os mecanismos metabólicos, imaturos. Aliado a essas características está o fato de que nestas crianças as concentrações da albumina e α_1 glicoproteína ácida são baixas, contribuindo para o aumento da concentração do anestésico local em sua forma livre e aumentando a possibilidade de efeitos tóxicos^{12,19-21}.

O grande volume de distribuição no estado de equilíbrio pode conferir proteção clínica por diminuir a concentração plasmática dos anestésicos locais e de outras drogas^{19,21,22}.

Uma ressalva deve ser feita quanto ao uso da prilocaína em neonatos. Seu metabolismo produz oxidantes que podem levar ao aparecimento de metahemoglobinemia. O prematuro e o recém-nascido são mais susceptíveis ao desenvolvimento desta complicação por possuírem, em graus variáveis, a hemoglobina fetal (HbF), que só aos 6 meses de idade é totalmente substituída pela hemoglobina do adulto (HbA), mais facilmente oxidada, e baixos níveis de metahemoglobina reductase^{19,23}. O uso da mistura eutética de anestésicos locais (EMLA) em neonatos para punção venosa ou mesmo punção raquídea deve ser feito com muita cautela.

Em relação à dose do anestésico local, aquela empregada em crianças, principalmente quando utilizada no neonato, é maior do que a correspondente do adulto^{14,17}.

Vários aspectos da anatomia já foram comentados e explicariam as doses mais altas preconizadas. Como exemplos:

1. a quantidade de líquido (4 ml.kg⁻¹) poderia diluir o anestésico local injetado¹⁴⁻¹⁶;
2. a medula e a coluna vertebral são mais longas que as do adulto, levando-se em consideração o peso corporal, sendo que a proporção do comprimento da coluna vertebral para o peso corpóreo é cinco vezes a do adulto^{14,17}.

Na literatura, vários anestésicos locais são utilizados para a realização da raquianestesia em crianças, sendo a tetracaína (0,2 a 0,6 mg.kg⁻¹) o mais observado.

Em nosso meio, dispomos comercialmente de dois anestésicos locais para esta finalidade: a lidocaína e a bupivacaína^{9,10,12}.

Os anestésicos locais empregados para a realização de anestesia subaracnóidea em crianças e suas doses estão demonstrados na tabela I.

REALIZAÇÃO DA PUNÇÃO

Para execução desta técnica serão necessários dois anesthesiologistas: aquele que realizará a punção e um outro que posicionará a criança e manterá livres as vias aéreas. Em grande parte das vezes, haverá necessidade de sedação ou mesmo de anestesia para que se consiga realizar a punção. Esta poderá ser efetuada com a criança em decúbito lateral ou sentada. A extensão da cabeça, principalmente na criança anestesiada ou sedada, é obrigatória, devido ao risco de hipoxemia^{14,15,18,30}.

Na posição sentada, os pontos de referência são mais facilmente identificados, sendo que, devido à pressão hidrostática maior, o líquido fluirá mais facilmente^{18,19}.

A punção deverá ser realizada entre L₄-L₅ ou L₅-S₁, evitando-se lesão da medula. As estruturas que a agulha ultrapassará serão mais difíceis de identificação^{12,16}. A agulha mais utilizada é a de Quincke, calibres 24, 25 e 26G. O uso do mandril evita que se levem células da epiderme para dentro do neuroeixo, que propiciam o aparecimento de tumor epidermóide^{11-13,15,16}.

A punção subaracnóidea na criança é mais difícil de ser levada a termo do que no adulto. Para maior destreza em relação a esta técnica, deve-se realizar treinamento primeiramente com o adulto, depois com a criança maior e só então com o neonato. Desta forma, diminui-se o risco de complicações.

Vários autores avaliaram a realização da punção subaracnóidea em crianças quanto à dificuldade de execução e classificaram como:

- punção com sucesso, cuja taxa variou de 51%³¹ até 100%³²,
- dificuldade na punção lombar, cuja taxa variou de 21,3%³¹ a 9,5%³³;
- falha na punção lombar, cuja taxa variou de 10,2%¹¹ a 4,8%³³.

Tabela I - Doses e Anestésicos Locais Empregados na Anestesia Subaracnóidea em Crianças

| Autor | Idade | Agente e Dose |
|----------------------------------|---|---|
| Gouveia ⁹ | 3 meses a 12 anos | Lidocaína = 1 mg.kg ⁻¹ |
| Cunto ¹⁰ | 19 dias a 13 anos | Lidocaína = 2 a 4 mg.kg ⁻¹ |
| Abajian e col. ¹¹ | < 1 ano | Tetracaína = 0,22 a 0,32 mg.kg ⁻¹ |
| Blaise & Roy ²⁴ | 0 - 3 meses 3 - 24 meses 24 meses | Tetracaína = 0,4 a 0,5 mg.kg ⁻¹ Tetracaína = 0,3 a 0,4 mg.kg ⁻¹ Tetracaína = 0,2 a 0,3 mg.kg ⁻¹ |
| Rice e col. ³ | 1 - 12 meses | Lidocaína = 3 mg.kg ⁻¹ Tetracaína = 0,4 mg.kg ⁻¹ |
| Mahe & Ecofoey ²⁵ | ≥ 6 meses | Bupivacaína isobárica a 0,5% = 0,3 a 0,8 mg.kg ⁻¹ |
| Tobias & Flannagan ²⁶ | Neonato | Tetracaína = 0,6 mg.kg ⁻¹ |
| Ecofoey ¹⁸ | 0 a 5 kg 5 a 15 kg > 15 kg | Bupivacaína hiperbárica a 0,5% = 0,5 mg.kg ⁻¹ Tetracaína hiperbárica a 1% = 0,5 mg.kg ⁻¹ Lidocaína hiperbárica a 5% = 2,5 mg.kg ⁻¹ Bupivacaína isobárica a 0,5% = 1 mg.kg ⁻¹ Bupivacaína hiperbárica a 0,5% = 0,4 mg.kg ⁻¹ Tetracaína hiperbárica a 1% = 0,4 mg.kg ⁻¹ Lidocaína hiperbárica a 5% = 2 mg.kg ⁻¹ Bupivacaína hiperbárica a 0,5% = 0,3 mg.kg ⁻¹ Tetracaína hiperbárica a 1% = 0,3 mg.kg ⁻¹ Lidocaína hiperbárica a 5% = 1,5 mg.kg ⁻¹ |
| Kokki & Hendolin ²⁹ | 2 meses a 17 anos | Bupivacaína = 0,5 mg.kg ⁻¹ |
| Aronson e col. ²⁷ | 1 dia a 12 meses | Tetracaína = 0,5 mg.kg ⁻¹ |
| Tobias & Mencion ²⁸ | 9 dias a 12 meses | Bupivacaína = 0,5 - 0,6 mg.kg ⁻¹ |
| Williams & Abajian ¹⁵ | < 2 kg 2 a 3 kg 3 a 4 kg 4 a 6 kg 6 kg > mais | Tetracaína hiperbárica a 1% = 0,91 mg.kg ⁻¹ Tetracaína hiperbárica a 1% = 0,62 mg.kg ⁻¹ Tetracaína hiperbárica a 1% = 0,54 mg.kg ⁻¹ Tetracaína hiperbárica a 1% = 0,45 mg.kg ⁻¹ Tetracaína hiperbárica a 1% = 0,37 mg.kg ⁻¹ |

Após a confirmação do sucesso da punção, com o fluxo do líquido através da agulha, injeta-se o anestésico local. Este deverá estar preparado em seringa utilizada para insulina com a dose exata a ser injetada ¹¹⁻¹³.

A distância da pele até a duramáter deve ser observada para que se evite introduzir desnecessariamente a agulha e assim aumente a possibilidade de ocorrerem complicações. Vários relatos na literatura tentam definir esta distância. Na prática, no neonato, ela fica em torno de 0,5 a 1 cm da pele e aumenta com o desenvolvimento da criança ¹⁰⁻¹².

Várias recomendações têm sido feitas, relativas à injeção do anestésico local. A aspiração do líquido antes e após a injeção do fármaco, para se certificar da posição correta da agulha, é recomendada por alguns ¹⁶ e desaconselhada por outros ¹¹.

Quando se opta pela aspiração do líquido, deve-se ter em mente que a quantidade de anestésico local a ser injetada é pequena e este procedimento dilui o agente no líquido.

A administração de 0,04 ml a mais de anestésico local para compensar o espaço morto da agulha é preconizada por alguns autores ^{11,14}.

Abajian e col. ¹¹ recomendam que a agulha não seja removida imediatamente após a injeção do anestésico local, devendo-se esperar de 5 a 10 segundos para retirá-la, evitando que haja retorno do anestésico local através do trajeto da punção.

Após a remoção da agulha, o paciente é colocado em posição supina. Dentro de 1 a 2 minutos instala-se o bloqueio motor e, após 20 minutos, o nível de analgesia é o mais alto nível sensitivo alcançado ³². Deve-se evitar a manipulação da criança imediatamente após esta ser colocada em posição supina, pois alguns autores observaram níveis muito altos de bloqueio devido à elevação das pernas para colocação da placa do eletrocautério ^{3,9-11}.

O tempo que a anestesia subaracnóidea alcança em crianças depende do anestésico local utilizado e da associação do mesmo com vasoconstritor. Entretanto, a literatura e a prática clínica têm demonstrado que este tempo, geralmente, é em torno de 90 minutos, o que limita o seu uso em cirurgias de maior duração ^{16,18}. Tobias ¹⁶ fez um alerta a respeito dos diferentes critérios empregados em trabalhos que avaliam o tempo de duração da anestesia espinal. Alguns consideram como término da anestesia a duração da anestesia cirúrgica (duração do bloqueio sensorial do dermatomo do procedimento cirúrgico), enquanto outros consideram este término no retorno da função motora.

Alguns trabalhos avaliaram a adição de adrenalina na solução espinal no que diz respeito ao aumento do tempo de duração do bloqueio anestésico.

Gouveia ⁹, em 1970, utilizou lidocaína pesada a 5% em crianças de 3 meses a 12 anos, com recomendação de doses maiores (2 mg.kg⁻¹) para crianças de até 3 anos de idade e doses menores (1 mg.kg⁻¹) para crianças maiores. A duração média do bloqueio foi de 45 minutos e o uso do vasoconstritor não aumentou o tempo da anestesia. Entretanto, Cunto ¹⁰, em 1975, fez uso do mesmo anestésico (lidocaína pesada a 5%) nas doses de 2, 3 e 4 mg.kg⁻¹, com dose máxima de 100

mg. O aumento da dose e o uso do vasoconstritor tiveram relação direta com o aumento do tempo do bloqueio.

Abajian e col. ¹¹ demonstraram que houve prolongamento da anestesia espinal, em neonatos nos quais empregou-se tetracaína na dose de 0,22 a 0,32 mg.kg⁻¹, de 84 ± 7,2 min para 109 ± 5,3 min, quando se adicionou adrenalina.

Rice e col. ³², após a adição de adrenalina na solução espinal, notaram o prolongamento da ação da tetracaína de 86 ± 4 min para 128 ± 3,3 min. Também Fasel e col. ³¹ reportaram aumento da duração da anestesia cirúrgica, com bupivacaína associada à adrenalina, de 50 para 90 minutos. Esta menor duração do efeito do anestésico local é explicada pelo aumento da absorção devido à vascularização da medula espinal ser maior nesta faixa etária ¹¹.

EFEITOS DA ANESTESIA SUBARACNÓIDEA NA CRIANÇA

Cardiovascular

A maior vantagem da anestesia subaracnóidea em crianças é a relativa estabilidade cardiovascular após o bloqueio. Diferentemente do adulto, a criança apresenta pequena ou nenhuma variação da frequência cardíaca e da pressão arterial ^{4,10-12,15,35-37}. Alguns autores predizem esta estabilidade até os 5 anos de idade e outros, até 8 anos ^{11,12,23}.

Dohi e col. ³⁶ demonstraram estabilidade hemodinâmica em crianças com até 5 anos submetidas à raquianestesia com bloqueio sensitivo alto (T₂, T₃), sem que se fizesse uso de hidratação prévia ou drogas vasoativas. Acima de 6 anos houve pequena diminuição da pressão arterial e entre 8 e 15 anos a alteração da pressão arterial foi mais acentuada.

Bloqueio subaracnóideo que atinge o segmento cervical tem sido realizado para cirurgia de correção da persistência do canal arterial, em neonatos, sem hidratação prévia e a alteração na pressão arterial é pequena ³⁵. Vários outros autores encontraram resultados semelhantes de estabilidade hemodinâmica em pacientes neonatos ou com até um ano de idade ^{9-11,18,35-37}.

Os fatores envolvidos com esta extraordinária estabilidade hemodinâmica ainda não estão totalmente definidos. Postula-se que a relativa imaturidade do sistema nervoso simpático torna o tônus vasomotor na criança menos dependente deste sistema e que as veias de capacitância na extremidade inferior do corpo são pequenas e represam pouco volume de sangue nesta região ^{3,9-15,18,35-37}.

Oberlander e col. ³⁷ observaram, de maneira prospectiva, as mudanças autonômicas em um grupo de neonatos submetidos à anestesia subaracnóidea com alto nível torácico de bloqueio sensitivo. Houve estabilidade hemodinâmica e os autores concluíram que a anestesia subaracnóidea diminuía o tônus vagal cardíaco e, desta forma, compensava qualquer efeito induzido pelo bloqueio simpático, mantendo a estabilidade cardiovascular.

Respiratório

Pascuci e col.³⁸ investigaram o efeito da anestesia espinal, com bloqueio sensitivo torácico alto, na movimentação da parede torácica de sete neonatos prematuros submetidos à herniorrafia inguinal. O movimento inspiratório do gradeado costal estava diminuído em 6 crianças, sendo que em 4 delas ocorreu movimento paradoxal das costelas. Entretanto, não houve alteração da frequência respiratória ou da saturação periférica de hemoglobina pelo oxigênio.

Por outro lado, outros autores relatam falência respiratória ou apnéia quando os níveis sensitivo e motor situam-se acima do primeiro dermatomo torácico (T₁), com necessidade de assistência ventilatória até a regressão do bloqueio^{12,39-41}.

O'Higashi e col.⁴² realizaram bloqueio subaracnóideo em 8 crianças com distrofia muscular progressiva e 2 pacientes apresentaram insuficiência respiratória e espasmo brônquico, devido ao alto nível do bloqueio. Em adultos, o espasmo brônquico devido ao bloqueio raquídeo alto permanece especulativo. Tem sido sugerido que a reatividade das vias aéreas pode aumentar devido à diminuição das catecolaminas circulantes decorrente da realização desta técnica anestésica^{19,43,44}.

Rice e col.⁴⁵ investigaram o CO₂ transcutâneo e a saturação periférica da hemoglobina pelo oxigênio e não constataram alterações nestes parâmetros e em 15 neonatos de alto risco, submetidos à anestesia subaracnóidea com bloqueio sensitivo em T₄.

COMPLICAÇÕES

As complicações decorrentes desta técnica anestésica são em número menor que as encontradas nos adultos⁴⁶.

É referida por vários autores a relativa estabilidade cardiovascular, mesmo com bloqueios situados na altura de T₄. Em crianças maiores de 8 anos, há diminuição de pressão arterial e bradicardia, como no adulto.

Foram descritos alguns casos de falência respiratória e necessidade de se instituir assistência ventilatória, principalmente em bloqueios subaracnóideos cujo nível situou-se em torno de T₁^{41,42}.

Giaufre e col.⁴⁶ publicaram, em 1996, estudo sobre a epidemiologia e morbidade da anestesia regional em crianças e a anestesia subaracnóidea apresentou taxa de morbidade muito baixa. Dos 502 pacientes estudados, houve complicação somente em um, que foi injeção intravascular sem efeitos clínicos.

A cefaléia após punção da duramáter pode aparecer na criança. Kokki e col.⁴⁷ demonstraram que este efeito adverso seria detectado em crianças mais jovens, embora se considere que esta complicação seja rara em crianças com menos de 10 anos. Estes autores relataram o aparecimento de cefaléia após punção dural e sintomas, como náusea, vertigem, fotofobia, em 12% das crianças com idade menor que 10 anos e em 13% nas maiores de 10 anos. Em nenhuma criança houve necessidade de tampão sangüíneo peridural. A incidência de

cefaléia pós-punção da duramáter não se modificou com o uso de agulhas tipo Quincke e Whitacre, que foi de 15% e 9% respectivamente⁴⁸.

Neste mesmo trabalho, os autores demonstraram que o risco de desenvolver esta complicação não dependeu da idade. Oito dos onze pacientes com cefaléia pós-punção dural tinham menos de 10 anos, e o mais jovem paciente que apresentou esta complicação tinha 23 meses de idade⁴⁸.

Outras queixas, como dor lombar e irritação radicular transitória, foram também encontradas nesta faixa etária^{47,48}.

INDICAÇÕES E CONTRA-INDICAÇÕES

Na literatura, há ampla indicação da anestesia subaracnóidea para cirurgia, desde aquelas para membros inferiores até aquelas para ligadura do canal arterial e pneumectomia.

As outras aplicações desta técnica anestésica ficam limitadas ao seu tempo de duração, que em média não ultrapassa noventa minutos. Entretanto, esta técnica parece ser particularmente atraente no recém-nascido com história de apnéia da prematuridade e história de broncodisplasia pulmonar, por causa do risco de desenvolverem complicações respiratórias e/ou apnéia no pós-operatório.

Apnéia neonatal é mais freqüente nos recém-nascidos prematuros com idade pós-conceptual menor que 44 semanas, embora a ausência desta afecção não elimine o risco do seu aparecimento no pós-operatório deste grupo de pacientes⁴⁹.

A realização de cirurgia neste grupo de risco para apnéia neonatal é bastante freqüente, principalmente as herniorrafias inguinais. A constatação de que a anestesia geral ou sedação aumentam a incidência da apnéia no pós-operatório suscitou a procura de outras técnicas anestésicas.

Alguns autores demonstraram ausência de apnéia no pós-operatório de recém-nascidos prematuros submetidos à anestesia subaracnóidea sem sedação concomitante¹¹.

Entretanto, Tobias e col.²⁶ descreveram episódio de bradicardia e apnéia em dois bebês prematuros nos quais realizaram somente anestesia subaracnóidea, sem sedação ou complementação da anestesia. O exato mecanismo para essas ocorrências não foi detectado, embora esses efeitos colaterais tenham se dissipado no final do bloqueio raquídeo.

Portanto, esse grupo de crianças não deve ser submetido à anestesia ambulatorial, porque deverá ser observado por 24 horas após qualquer procedimento anestésico, a despeito da técnica empregada.

As contra-indicações absolutas são as mesmas observadas para os adultos e incluem recusa do paciente ou dos familiares, hipovolemia importante e não corrigida, anormalidades na coagulação sangüínea, infecção no sítio de inserção da agulha, sepse, alteração na complacência intracraniana com aumento da pressão intracraniana¹³.

CONCLUSÕES

A anestesia subaracnóidea em crianças tem ganhado novos adeptos. Em alguns casos, pode ser alternativa para a anestesia geral. É técnica menos dispendiosa quando compara-

da à anestesia geral, promove bom relaxamento muscular e, também, analgesia pós-operatória, se associada a outras drogas, e a incidência de efeitos adversos parece ser de pequena monta.

Entretanto, deve-se ressaltar que em todo ato anestésico a avaliação dos fatores de risco e de benefício para o paciente deve ser o guia principal para o atendimento.

Spinal Anesthesia in Children

Norma Sueli Pinheiro Módolo, M.D., Yara Marcondes Machado Castiglia, M.D.

INTRODUCTION

The first report on pediatric spinal anesthesia was published by August Bier in 1899¹, when the technique was performed with cocaine in an 11-year old boy submitted to ischium abscess drainage.

In 1900, Bainbridge² reported 40 surgical procedures under spinal anesthesia, including a patient under 3 months of age. In this case - strangulated inguinal hernia - the author noted that the child would not survive a general anesthesia. In fact, this was justified because by that time general anesthesia was induced with dripping chloroform³.

The British surgeon Tyrell Gray has published, in 1909⁴, the results of a series of 300 pediatric spinal anesthetics for procedures below the diaphragm. The author was impressed with the low incidence of postoperative nausea and vomiting. Several other reports on spinal anesthesia were published by Junkin (1933)⁵, Robson (1936)⁶ and Berkowitz et al. (1951)⁷.

Leigh et al.⁸, in 1948, have observed that all pediatric anesthetics in the Vancouver Hospital were spinal. There is even a report on spinal anesthesia for more complex surgical procedures, such as lobectomies and pneumectomies.

With the overall improvement of general anesthesia, the introduction of neuromuscular blockers (1944) and of modern inhalational anesthetics, starting with halothane in 1956, there was a decrease in the use of spinal anesthesia³.

Gouveia⁹, in 1970, has published his personal experience with this technique performed in 50 children between 3 months and 12 years of age. The author has observed no complications.

Pediatric spinal anesthesia was also considered safe by Cunto¹⁰ who, in 1975, has performed it in 84 children between 19 days and 13 years of age.

In 1984, Abajian et al.¹¹ reported the use of spinal anesthesia in 78 children under one year of age, 36 being considered at high risk. These facts explain the rebirth of the technique. Technological advances and better training of neonatal intensive care units staff have increased the survival rate of pre-term neonates often referred to anesthesiologists for inguinal hernia correction. Spinal anesthesia has been pro-

posed as the single anesthetic technique with the aim of decreasing immediate postoperative apnea, which is high in this group of patients depending on the post-conceptual age.

ANATOMIC CONSIDERATIONS

There are important anatomic differences between children and adults, which are related to the child's development stage which should be considered at spinal blockade induction.

Neonates spinal cord extends at the level of the third lumbar vertebra (L₃) and, at the end of the first year of life reaches the location seen in adults, at the first lumbar vertebra (L₁)^{9,10,12-14}.

Lumbar puncture in this age group must be performed below the 4th or 5th lumbar vertebrae (L₄-L₅ or L₅-S₁ interspace), for additional safety due to the risk of reaching the spinal cord with the needle^{3,9,15}. In plotting an imaginary line between neonate's iliac crests, it will cross the spine at L₄-L₅ interspace, while in the adult it will cross the spine at L₃-L₄ interspace¹⁶.

The spinal cord of a neonate weighing 3 to 4 kg is approximately 20 cm long, while in the adult it is 60 to 75 cm long. So, the neonate spinal cord is, proportionally, 5 times longer as compared to its weight than that of the adult^{11,16,17}.

Another important factor is CSF volume, which in the adult is 140 ml with 75 ml in the spinal space. In children, total volume varies from 40 to 60 ml with half of it in the spinal space. So, although a reduced total volume in children, the relative volume is higher (2 ml.kg⁻¹ in adults and 4 ml.kg⁻¹ in children)^{3,9,10,12-18}.

Children's spinal cord is highly vascularized allowing for a fast local anesthetic clearance^{11,14}.

LOCAL ANESTHETICS

Esther-type local anesthetics (procaine, tetracaine) are metabolized in the plasma by pseudocholinesterase. Neonates and children up to 6 months of age have 50% of such enzyme as compared to adults. Clearance may be decreased and local anesthetic effects may be prolonged, although without clinical relevance^{12,19}.

Amide-type local anesthetics (prilocaine, lidocaine, bupivacaine, ropivacaine) are metabolized in the liver and show high protein binding capacity. Liver blood flow is lower in neonates and children under 3 months of age and metabolic mechanisms are immature. In addition, albumin and α_1 acid glycoprotein concentrations are low, contributing to the increased concentration of free local anesthetics and increasing the odds for toxic effects^{12,19-21}.

The large balanced distribution volume may give clinical protection by decreasing local anesthetics and other drugs plasma concentration^{12,21,22}.

A caveat must be done as to the use of prilocaine in neonates. Its metabolism produces oxidants which may lead to methemoglobinemia. Pre-term babies and neonates are more susceptible to such complication for having, in different degrees, fetal hemoglobin (HbF) which, only at 6 months of

PUNCTURE

age is totally replaced by adult hemoglobin (HbA), more easily oxidized, and low levels of methemoglobin reductase^{19,23}. Local eutectic anesthetic mixtures (LEAM) for venous or even spinal puncture in neonates should be very carefully used. Local anesthetic doses for children, especially neonates, are higher than the corresponding doses for adults^{14,17}. Several anatomic aspects have already been studied and may explain higher doses. As examples:

1. Higher CSF volumes (4 ml.kg⁻¹) could dilute injected local anesthetics¹⁴⁻¹⁶;
2. Spine and spinal cord are longer than in the adult as compared to body weight and the spine/body weight ratio in children is five times that of the adult^{14,17}.

The literature reports different local anesthetics used for spinal anesthesia in children and tetracaine (0.2 to 0.6 mg.kg⁻¹) is the most popular.

There are two local anesthetic drugs commercially available in Brazil for this aim: lidocaine and bupivacaine^{9,10,12}.

Table I - shows local anesthetics and their doses for pediatric spinal anesthesia.

Two anesthesiologists are needed for this technique: one performing the puncture and the other positioning the child and maintaining free airways. Most of the times there will be the need for sedation or even anesthesia to perform the puncture, which may be done in the lateral or sitting position. Head extension, especially in sedated or anesthetized children, is mandatory due to the risk for hypoxemia^{14,15,18,30}.

In the sitting position, reference points are more easily identified and CSF will more easily flow due to higher hydrostatic pressure^{18,19}.

Puncture shall be performed between L₄-L₅ or L₅-S₁ to avoid spinal cord damage. Structures crossed by the needle are more difficult to identify^{12,16}. Most common needles are 24, 25 and 26G Quincke. The use of a mandrel prevents epidermal cells to be carried to the neural axis, which may cause epidermoid tumors^{11-13,15,16}.

Spinal puncture in children is more difficult than in adults. For better mastering such technique, training should be performed first in adults, then in children and eventually in the neonate. This way, the risk for complications is decreased.

Table I - Doses and Local Anesthetics Used in Spinal Anesthesia in Children

| Author | Age | Agent and Dose |
|----------------------------------|---|--|
| Gouveia ⁹ | 3 months to 12 years | Lidocaine = 1 mg.kg ⁻¹ |
| Cunto ¹⁰ | 19 days to 13 years | Lidocaine = 2 to 4 mg.kg ⁻¹ |
| Abajian et al. ¹¹ | < 1 year | Tetracaine = 0.22 to 0.32 mg.kg ⁻¹ |
| Blaise & Roy ²⁴ | 0 - 3 months | Tetracaine = 0.4 to 0.5 mg.kg ⁻¹ |
| | 3 - 24 months | Tetracaine = 0.3 to 0.4 mg.kg ⁻¹ |
| | 24 months | Tetracaine = 0.2 to 0.3 mg.kg ⁻¹ |
| Rice et al. ³ | 1 - 12 months | Lidocaine = 3 mg.kg ⁻¹ |
| | | Tetracaine = 0.4 mg.kg ⁻¹ |
| Mahe & Ecofey ²⁵ | ≥ 6 months | Isobaric 0.5% bupivacaine = 0.3 to 0.8 mg.kg ⁻¹ |
| Tobias & Flannagan ²⁶ | Neonate | Tetracaine = 0.6 mg.kg ⁻¹ |
| Ecofey ¹⁸ | 0 to 5 kg | Hyperbaric 0.5% bupivacaine = 0.5 mg.kg ⁻¹ |
| | | Hyperbaric 1% tetracaine = 0.5 mg.kg ⁻¹ |
| | | Hyperbaric 5% lidocaine = 2.5 mg.kg ⁻¹ |
| | 5 to 15 kg | Hyperbaric 0.5% bupivacaine = 0.4 mg.kg ⁻¹ |
| | | Hyperbaric 1% tetracaine = 0.4 mg.kg ⁻¹ |
| | | Hyperbaric 5% lidocaine = 2 mg.kg ⁻¹ |
| > 15 kg | Hyperbaric 0.5% bupivacaine = 0.3 mg.kg ⁻¹ | |
| | Hyperbaric 1% tetracaine = 0.3 mg.kg ⁻¹ | |
| | Hyperbaric 5% lidocaine = 1.5 mg.kg ⁻¹ | |
| Kokki & Hendolin ²⁹ | 2 months to 17 years | Bupivacaine = 0.5 mg.kg ⁻¹ |
| Aronson et al. ²⁷ | 1 day to 12 months | Tetracaine = 0.5 mg.kg ⁻¹ |
| Tobias & Mencio ²⁸ | 9 days to 12 months | Bupivacaine = 0,5 - 0,6 mg.kg ⁻¹ |
| Williams & Abajian ¹⁵ | < 2 kg | Hyperbaric 1% tetracaine = 0,91 mg.kg ⁻¹ |
| | 2 to 3 kg | Hyperbaric 1% tetracaine = 0,62 mg.kg ⁻¹ |
| | 3 to 4 kg | Hyperbaric 1% tetracaine = 0,54 mg.kg ⁻¹ |
| | 4 to 6 kg | Hyperbaric 1% tetracaine = 0,45 mg.kg ⁻¹ |
| | 6 kg > mais | Hyperbaric 1% tetracaine = 0,37 mg.kg ⁻¹ |

Several authors have evaluated spinal puncture difficulties in children and classified them as:

- successful puncture, varying from 51%³¹ to 100%³²;
- lumbar puncture difficulty, varying from 21.3%³¹ to 9.5%³³;
- lumbar puncture failure, varying from 10.2%¹¹ to 4.8%³³.

After puncture success confirmation by CSF flow through the needle, local anesthesia is induced. It should be prepared in syringes used for insulin with the exact dose to be injected¹¹⁻¹³.

Distance from skin to dura must be observed to prevent unnecessarily introducing the needle thus increasing the odds for complications. Several reports have attempted to define this distance. In practice, it is around 0.5 to 1 cm from the skin in the neonate and increases with the development of the child¹⁰⁻¹².

Local anesthetic injections have received several recommendations. CSF aspiration before and after drug injection to assure the correct positioning of the needle is recommended by some¹⁶ and not advised by others¹¹. When CSF aspiration is the choice, one must have in mind that the local anesthetic dose to be injected is low and this procedure may dilute the agent in the CSF.

The administration of extra 0.04 ml of local anesthetics to compensate needle dead space is preconized by some authors^{11,14}.

Abajian et al.¹¹ recommend that the needle should not be removed immediately after local anesthetic injection; it should be removed 5 to 10 seconds after injection to prevent local anesthetic return through the puncture hole.

After needle removal, patient is placed in the supine position. Motor block is installed in 1 to 2 minutes and peak of analgesia is reached after 20 minutes³². Children should not be manipulated soon after being placed in the supine position because some authors have observed very high blockades caused by leg rising to position the electrocautery plate^{3,9-11}.

Spinal anesthesia duration in children depends on the local anesthetics and its association with a vasoconstrictor. However, literature and clinical practice have shown that this duration is of approximately 90 minutes, which limits its use for longer surgeries^{16,18}. Tobias¹⁶ warns about practical criteria adopted by different studies evaluating spinal anesthesia duration. Some define surgical anesthesia duration as the end of anesthesia (surgical procedure's dermatome sensory block duration), while others define it as motor function recovery. Some studies have evaluated the addition of epinephrine to the spinal solution to increase anesthetic blockade duration.

Gouveia⁹, in 1970, has used 5% lidocaine in children from 3 months to 12 years of age and recommended higher doses (2 mg.kg⁻¹) in children up to 3 years of age and lower doses (1 mg.kg⁻¹) in older children. Mean blockade duration was 45 minutes and the association of a vasoconstrictor has not increased anesthesia duration. However, Cunto¹⁰, in 1975, has used the same anesthetics (5% lidocaine) in doses of 2, 3 and 4 mg.kg⁻¹, with a maximum dose of 100 mg. The in-

creased dose and the association of a vasoconstrictor were directly related to the increase in blockade duration.

Abajian et al.¹¹ have shown a longer spinal anesthesia duration in neonates in whom 0.22 to 0.32 mg.kg⁻¹ tetracaine was used; duration went from 84 ± 7.2 min to 109 ± 5.3 min, when epinephrine was associated.

Rice et al.³² have noticed a longer tetracaine action from 86 ± 4 min to 128 ± 3.3 min after epinephrine association to the spinal solution. Fosel et al.³¹ have also reported longer surgical anesthesia duration with bupivacaine associated to epinephrine, from 50 to 90 minutes. This short local anesthetic duration is explained by the increased absorption by a higher spinal cord vascularization present in this age group¹¹.

EFFECTS OF SPINAL ANESTHESIA IN CHILDREN

Cardiovascular

The major advantage of spinal anesthesia in children is the relative post-blockade cardiovascular stability. Differently from adults, children have little or no heart rate and blood pressure changes^{4,10-12,15,35-37}. Some authors predict this stability until 5 years of age while others predict it until 8 years of age^{11,12,23}.

Dohi et al.³⁶ have shown hemodynamic stability in children up to 5 years of age submitted to spinal anesthesia with high sensory block (T₂, T₃) without previous hydration or vasoactive drugs. Above 6 years of age there has been a mild decrease in blood pressure and between 8 and 15 years of age there has been a more marked blood pressure change.

Spinal blocks reaching the cervical segment have been induced for ductus arteriosus patency correction in neonates without previous hydration and with minor blood pressure changes³⁵. Several authors have found similar hemodynamic stability in neonates or infants up to one year of age^{9-11,18,35-37}.

Factors involved in this extraordinary hemodynamic stability are still not totally defined. One theory is that the relative immaturity of the sympathetic nervous system would make children's vasomotor tone less dependent on this system and that capacitance veins in lower extremities are small and send little blood flow for this region^{3,9-15,18,35-37}.

Oberlander et al.³⁷ have prospectively observed autonomic changes in a group of neonates submitted to spinal anesthesia with a high sensory block level. There has been hemodynamic stability and the authors concluded that spinal anesthesia would decrease heart vagal tone, thus compensating any sympathetic block-induced effect and maintaining cardiovascular stability.

Respiratory

Pascucci et al.³⁸ have investigated the effects of spinal anesthesia with high thoracic sensory block in chest wall displacements of seven pre-term neonates submitted to inguinal herniorrhaphy. The inspiratory movement of the costal grid was decreased in 6 children and 4 of them presented para-

doxical rib movements. However, there have been no heart rate or oxygen peripheral saturation changes.

On the other hand, other authors have reported respiratory failure or apnea when sensory and motor block levels were above the first thoracic dermatome (T₁), with the need for ventilatory assistance until blockade regression^{12,39-41}.

O'Higashi et al.⁴² have induced spinal block in 8 children with progressive muscular dystrophy and 2 patients presented with respiratory failure and bronchospasm due to the high level of the blockade. In adults, bronchospasms due to high spinal block are still controversial. It has been suggested that airways reactivity may increase due to the decrease in circulating catecholamines as a consequence of this anesthetic technique^{19,43,44}.

Rice et al.⁴⁵ have investigated transcutaneous CO₂ and oxygen peripheral saturation and have observed no changes in such parameters in 15 high risk neonates submitted to spinal anesthesia with sensory block in T₄.

COMPLICATIONS

Complications in children are lower than in adults⁴⁶.

Several authors have referred a relative cardiovascular stability, even with blockades at T₄. In children above 8 years of age, there is a decrease in blood pressure and bradycardia, as in adults.

Some respiratory failures were described with the need for ventilatory assistance, especially in spinal blocks close to T₁^{41,42}.

Giauffré et al.⁴⁶, in 1996, have published a study on regional anesthesia epidemiology and morbidity in children and spinal anesthesia had a very low morbidity rate. From 502 patients, there was only one complication caused by intravascular injection and without clinical effects.

Post-dural puncture headache may be present in children. Kokki et al.⁴⁷ have shown that this adverse effect would be detected in younger children, although being rare in children under 10 years of age. These authors have reported post-dural puncture headache and symptoms such as nausea, vertigo and photophobia in 12% of children under 10 years of age, and in 13% of children above this age. No child needed epidural blood patch. The incidence of post-dural puncture headache was not changed with the use of Quincke or Whitacre needles and was 15% and 9%, respectively⁴⁸.

In this same study, authors have shown that the risk for developing such complication was not age-dependent. Eight out of eleven patients with post-dural puncture headache were below 10 years of age and the youngest patient with such complication was 23 months old⁴⁸.

Other complaints, such as lumbar pain and transient radicular irritation were also found within this age bracket^{47,48}.

INDICATIONS AND COUNTERINDICATIONS

There is in the literature a broad indication of spinal anesthesia for surgeries going from lower limbs up to ductus arteriosus correction and pneumectomy.

Other applications of this technique are limited by anesthesia duration, which averages 90 minutes. However, the technique seems to be especially attractive for neonates with history of prematurity apnea and pulmonary bronchodysplasia, due to the risk of developing postoperative respiratory complications and/or apnea.

Neonatal apnea is more frequent in pre-term neonates with post-conceptual age under 44 weeks, although the absence of such event does not rule out its postoperative incidence in this group of patients⁴⁹. Surgical procedures in this group at risk for neonatal apnea are very frequent, especially inguinal herniorrhaphies. The observation that general anesthesia or sedation would increase the incidence of postoperative apnea has paved the way for the search for other anesthetic techniques. Some authors have shown the absence of postoperative apnea in pre-term neonates submitted to spinal anesthesia without simultaneous sedation¹¹. However, Tobias et al.²⁶ have described bradycardia and apnea in two pre-term babies who received spinal anesthesia alone without sedation or anesthetic supplementation. The exact mechanism of such events was not detected, but these side-effects were reverted at the end of the spinal block.

So, this group of children should not be submitted to outpatient anesthesia because they should be followed up for 24 hours after any anesthetic procedure, regardless of the technique.

Absolute counterindications are the same as for adults and include patients or relatives refusal, major and non corrected hypovolemia, blood coagulation abnormalities, needle insertion site infection, sepsis and changes in intracranial compliance with the increase in intracranial pressure¹³.

CONCLUSIONS

Spinal anesthesia in children has gained a new breath. In some cases it may be an alternative for general anesthesia. It is less expensive as compared to general anesthesia, promotes good muscle relaxation and postoperative analgesia if associated to other drugs and the incidence of adverse effects seems to be low.

However, it must be highlighted that the risk/benefit ratio of any anesthetic technique should be the major guide for the choice.

REFERÊNCIAS - REFERENCES

01. Bier A - Versuche uber cocainisierung des ruchenmarkes. Dtsch Z Chirurg, 1899;51:361-369.
02. Bainbridge WS - Analgesia in children by spinal injection, with a report of a new method of sterilization of the injection fluid. Medical Record, 1900;58:937-940.
03. Rice LJ, Britton JT - Neonatal Spinal Anesthesia, em: *Batra MS - Anesthesiol Clinic North Am*, 1992;10:129-144.
04. Tyrell-Gray HT - A study of spinal anesthesia in children and infants. *Lancet*, 1909;3:913-917.
05. Junkin C - Spinal anesthesia in children. *Can Med Assoc J*, 1933;28:51-53.

06. Robson CH - Anesthesia in children. *Am J Surg*, 1936;34: 468-473.
07. Berkowitz S, Greene BA - Spinal anesthesia in children: report based on 350 patients under 13 years of age. *Anesthesiology*, 1951;12:376-387.
08. Leigh MD, Belton MK - Pediatric anesthesia. *Anesth Analg*, 1956;3:1-17.
09. Gouveia MA - Raquianestesia para pacientes pediátricos. Experiência pessoal em 50 casos. *Rev Bras Anesthesiol*, 1970;20:503-511.
10. Cunto JJ - Anestesia raquídea em pediatria. *Rev Bras Anesthesiol*, 1975;25:265-277.
11. Abajian JC, Mellish P, Browne AF - Spinal anesthesia in the high risk infant. *Anesth Analg*, 1984;63:359-362.
12. Conceição MJ - Raquianestesia em Pediatria, em: Imbelloni LE - Raquianestesia. Colina-Revinter R, Rio de Janeiro, 1995; 87-90.
13. Rice LJ - Regional Anesthesia and Analgesia, em: Motoyama EK, Davis PJ - Smith's Anesthesia for Infants and Children. Mosby St Louis, 1996;403-442.
14. De Negri P, Barrometi F, Visconti C - Spinal anesthesia for pediatrics. *Techniques in Regional Anesth and Pain Management*, 1998;2:188-193.
15. Williams RK, Abajian C - Spinal anesthesia in infants. *Techniques in Regional Anesth and Pain Management*, 1999;3: 170-176.
16. Tobias JD - Spinal anesthesia in infants and children. *Paediatr Anaesth*, 2000;10:5-16.
17. Sukhani R, Wahood VA, Black P - Calculating local anesthetic dose for infant spinal: body weight *versus* spinal length. *Anesth Analg*, 1993;76:917-918.
18. Ecoffey C - Rachianesthésie en pédiatrie. *Cahiers d'Anesthesiologie*, 1995;43:277-280.
19. Yaster M, Maxwell LG - Pediatric regional anesthesia. *Anesthesiol*, 1989;70:324-338.
20. LeDez KM, Swartz J, Strong A et al - The effect of age on the serum concentration of α -1 acid glycoprotein in newborns, infants and children. *Anesthesiol*, 1986;65:A421.
21. Morselli PL, Franco-Morselli R, Borsili L - Clinical pharmacokinetics in newborn and infants. Age related differences and therapeutic implications. *Clin Pharmacokinet*, 1980;5:485-527.
22. Berde ChB, Strichartz GR - Local Anesthetics, em: Miller RD - Anesthesia, New York, Chulchil Livingstone, 2000;491-522.
23. Feig SA - Methemoglobinemia, em: Natan DG, Oski FA - Hematology of Infancy and Children. Philadelphia, WB Saunders Company, 1974;378-389.
24. Blaise GA, Roy WL - Spinal anaesthesia for menor paediatric surgery. *Can Anaesth Soc J*, 1986;33: 227-230.
25. Mahe V, Ecoffey C - Spinal anesthesia with isobaric bupivacaine in infants. *Anesthesiol*, 1988;68:601-603.
26. Tobias JD, Flannagan J - Regional anesthesia in the preterm neonate. *Clin Pediatr*, 1992;31:668-671.
27. Aronson DD, Gemery JM, Abajian JC - Spinal anesthesia for spine and lower extremity surgery in infants. *J Pediatr Ortho*, 1996;16:259-263.
28. Tobias JD, Mencia GA - Regional anesthesia for clubfoot repair in children. *Am J Therapeutics*, 1998;5: 273-277.
29. Kokki H, Hendolin H - Comparison of spinal anaesthesia with epidural anaesthesia in pediatric surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1995;39:869-900.
30. Gleason CA, Martin RJ, Anderson JV - Optimal position for a spinal tap in preterm infants. *Pediatrics*, 1983;71:31-35.
31. Webster A, McKishnic J, Kenyon C - Spinal anesthesia for inguinal repair in high risk neonates. *Can J Anaesth*, 1991;38: 281-286.
32. Rice JL, De Mars PD, Whalen TV et al - Duration of spinal anesthesia in infants less than over year of age. *Reg Anesth*, 1994;19: 325-329.
33. Hanük E, Hov GR, Potolicchios S - Spinal anesthesia in premature infants recovering from respiratory distress syndrome. *Anesthesiol*, 1986;64:95-99.
34. Fasel T, Wilhelm W, Gruness U et al - Spinal anesthesia in infancy using 0.5% bupivacaine. The effect of an adrenaline addition on duration and hemodynamics. *Anaesthetist*, 1994;43: 26-29.
35. Williams R, Abajian JC - High spinal anesthesia for repair of patent ducts arteriosus in neonates. *Pediatr Anesth*, 1997;7: 205-209.
36. Dohi S, Naito H, Takahashi T - Age related changes in blood pressure and duration of motor block in spinal anesthesia. *Anesthesiol*, 1979;50:319-323.
37. Oberlander TF, Berde CB, Lam KE - Infants tolerate spinal anesthesia with minimal overall autonomic changes: analysis of heart rate variability in former premature infants undergoing hernia repair. *Anesth Analg*, 1995;80:20-27.
38. Pascucci RC, Hershenson MB, Sethna NF et al - Effect of spinal anesthesia on chest wall displacements in infants. *Anesthesiol*, 1988;69:A773.
39. Ramammoorthy C, Sukhani R - Pediatric spinals without supplement in search of the optimal drug and dose. *Anesthesiol*, 1991;75:A915.
40. Bailey A, Valley R, Bigler R - High spinal anesthesia in infant. *Anesthesiol*, 1989;70:560.
41. Wright TH, Orr RJ, Haberkern CM et al - Complications during spinal anesthesia in infants: high spinal blockade. *Anesthesiol*, 1990;73:1290-1292.
42. O'Higashi T, Shirakami G, Sasai S et al - Spinal anesthesia for patients with progressive muscular dystrophy. *Jpn J Anesth*, 1995;44:723-728.
43. Mallampati SR - Bronchospasm during spinal anesthesia. *Anesth Analg*, 1981;69:839-840.
44. McGough EK, Cohen JA - Unexpected bronchospasm during spinal anesthesia. *J Clin Anesth*, 1990;2:35-36.
45. Rice LJ, Bacon G, Newman K - Spinal anesthesia does not compromise ventilation or oxygenation in high risk infants. *Anesthesiol*, 1989;71:A1021.
46. Giaufre E, Dalens B, Gombert A - Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a one-year prospective survey of the French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists. *Anesth Analg*, 1996;83:904-922.
47. Kokki H, Hendolin H, Turunen M - Postdural puncture headache and transient neurologic symptoms in children after spinal anaesthesia using cutting and pencil point paediatric spinal needles. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1998;42:1076-1082.
48. Kokki H, Salonvaara M, Herrgard E et al - Postdural puncture headache is not an age related symptom in children: a prospective, open randomized, parallel group study comparing a 22 - gauge Quincke with a 22 - gauge Whitacre needle. *Paed Anaesth*, 1999;9:429-434.
49. Welborn LG, Greenspun JC - Anesthesia and apnea. Perioperative considerations in the former preterm infant. *Pediatr Clin North Am*, 1994;41:181-198.

RESUMEN

Módulo NSP, Castiglia YMM - Anestesia Subaracnóidea en Niños

Justificativa y Objetivos - Ha aumentado mucho el empleo de la anestesia subaracnóidea en niños, principalmente neonatos con riesgo de desarrollar apnea neonatal. El objetivo de este trabajo fue rever las diferencias anatómicas, fisiológicas y farmacológicas de esta técnica en niños.

Contenido - La anestesia subaracnóidea en niños, a pesar de haber sido técnica empleada desde el inicio del siglo XX, tuvo su popularidad disminuida con el advenimiento de los anestésicos inhalatorios y bloqueadores neuromusculares, para ser nuevamente rescatada en 1979. Las características favorables de esta técnica en pediatría son relativas a la estabilidad cardiovascular, en niños de hasta 8 años de edad, a la analgesia satisfactoria y al relajamiento muscular. Los anestésicos mas

utilizados en niños son la tetracaína y la bupivacaína, cuyas dosis son ajustadas tomándose por base el peso corporal. Esta técnica es limitada por la duración relativamente corta, debiendo ser utilizada para procedimientos quirúrgicos que no ultrapasen 90 minutos, también por su analgesia al llegar y al pós-operatorio. Las complicaciones son las mismas encontradas en el paciente adulto, incluyendo cefalea por punción dural e irritación radicular transitoria. Las indicaciones son varias: en cirugías de abdomen inferior, genitales, miembros inferiores, región perineal y, en algunos casos, incluso en cirugías torácicas. Su empleo tiene particular interés en los recién-nacidos prematuros, por causa del riesgo de presentar la apnea de la prematuridad.

Conclusiones - La anestesia subaracnóidea en niños es técnica relativamente segura, con pocas complicaciones y puede ser considerada como opción para anestesia general, principalmente en los recién-nacidos prematuros con riesgo de presentar complicaciones respiratorias en el pós-operatorio.