第4章

ボツリヌス治療

CQ4-1　4. ボツリヌス治療

脳性麻痺，小児痙縮・ジストニアの治療において，ボツリヌス治療はどのような病型・重症度に推奨されるか？

推奨

1. 脳性麻痺児に対し，局所的な痙縮による ADL・QOL の低下がある場合，ボツリヌス治療は痙縮軽減に有効であり，第一選択として推奨される．

GRADE 1A　推奨の強さ「強い推奨」／エビデンスの確実性「強」

2. ボツリヌス治療は，小児へも比較的安全に施行できる．

GRADE 1A　推奨の強さ「強い推奨」／エビデンスの確実性「強」

3. 脳性麻痺の尖足に対し，ボツリヌス治療は歩行機能を改善でき，第一選択として推奨される．

GRADE 1A　推奨の強さ「強い推奨」／エビデンスの確実性「強」

4. 脳性麻痺の上肢痙縮に対し，ボツリヌス治療は，適切な作業療法との併用によって上肢機能を改善でき，第一選択として推奨される．

GRADE 1A　推奨の強さ「強い推奨」／エビデンスの確実性「強」

解説

A 型ボツリヌス毒素（botulinum neurotoxin-A：BoNT-A）の筋肉注射であるいわゆるボツリヌス治療は，脳性麻痺児にみられる上下肢の局所的な痙縮に関して，Delgado らによる複数のランダム化比較試験（randomized controlled trial：RCT）をまとめたメタアナリシスにおいて，痙縮の軽減と関節可動域（range of motione：ROM）を改善すると述べられている[1]．また，Albavera-Hernández らによる安全性に関するメタアナリシスにおいても，重篤な副作用はまれで，小児に対して比較的安全な治療であると述べられている[2]．一方，小児期にみる後天性の痙縮・ジストニアに対しては，BoNT-A 治療が有効である報告はあるが[3]，有効性に十分な科学的根拠はない．

脳性麻痺児の下腿筋痙縮による内反尖足の歩行困難に対して，複数の RCT や 2 つのメタアナリシスなどから，BoNT-A 治療は歩行機能の改善に有用である[4–10]．ただし，1 つのシステマティックレビューにおいて，歩行機能の改善は不明であると述べられている[11]．この結論の違いは，対象児の麻痺の重症度，知的障害などの合併症の有無，適切な評価法が用いられていたか，さらには併行して適切な理学療法がなされたかなどが影響している

と考えられる．したがって，歩行改善を目的とする内反尖足の BoNT-A 治療は，対象児の精査，適切な評価法，適切な理学療法を併用することなどを必須条件に，推奨する．

片麻痺型脳性麻痺児の上肢痙縮による機能障害に対して，5 つの RCT や 2 つのメタアナリシスから，BoNT-A 治療と作業療法の併用は，作業療法単独と比し，短期的な上肢機能の改善に有効である[4, 12–17]．ただし，BoNT-A 治療とプラセボの比較においては，有効性は認められなかった．したがって，治療後に適切な作業療法を行うことを条件に，上肢痙縮への BoNT-A 治療を推奨する．

成人の痙性斜頸に対して，8 つの RCT をまとめたメタアナリシスにおいて，BoNT-A 治療は姿勢の改善と疼痛の軽減に有効であるが[18]，小児期における有効性は不明である．

文献

1）Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society ; Delgado MR, Hirtz D, Aisen M, et al. Practice parameter : pharmacologic treatment of spasticity in children and adolescents with cerebral palsy (an evidence-based review). *Neurology* 2010 ; **74** : 336–43.

2）Albavera-Hernández C, Rodríguez JM, Idrovo AJ. Safety of botulinum toxin type A among children with spasticity secondary to cerebral palsy : a systematic review of randomized clinical trials. *Clin Rehabil* 2009 ; **23** : 394–407.

3）Guettard E, Roze E, Abada G, et al. Management of spasticity and dystonia in children with acquired brain injury with rehabilitation and botulinum toxin A. *Dev Neurorehabil* 2009 ; **12** : 128–38.

4）Lukban MB, Rosales RL, Dressler D. Effectiveness of botulinum toxin A for upper and lower limb spasticity in children with cerebral palsy : a summary of evidence. *J Neural Transm (Vienna)* 2009 ; **116** : 319–31.

5）Blumetti FC, Belloti JC, Tamaoki MJ, Pinto JA. Botulinum toxin type A in the treatment of lower limb spasticity in children with cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev* 2019 ; **10** : CD001408.

6）Ubhi T, Bhakta BB, Ives HL, Allgar V, Roussounis SH. Randomised double blind placebo controlled trial of the effect of botulinum toxin on walking in cerebral palsy. *Arch Dis Child* 2000 ; **83** : 481–7.

7）Bjornson K, Hays R, Graubert C, et al. Botulinum toxin for spasticity in children with cerebral palsy : a comprehensive evaluation. *Pediatrics* 2007 ; **120** : 49–58.

8）Sutherland DH, Kaufman KR, Wyatt MP, Chambers HG, Mubarak SJ. Double-blind study of botulinum A toxin injections into the gastrocnemius muscle in patients with cerebral palsy. *Gait Posture* 1999 ; **10** : 1–9.

9）Cardoso ES, Rodrigues BM, Barroso M, et al. Botulinum toxin type A for the treatment of the spastic equinus foot in cerebral palsy. *Pediatr Neurol* 2006 ; **34** : 106–9.

10）Fonseca PR Jr, Calhes Franco de Moura R, Galli M, Santos Oliveira C. Effect of physiotherapeutic intervention on the gait after the application of botulinum toxin in children with cerebral palsy : systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med* 2018 ; **54** : 757–65.

11）Yana M, Tutuola F, Westwater-Wood S, Kavlak E. The efficacy of botulinum toxin A lower limb injections in addition to physiotherapy approaches in children with cerebral palsy : A systematic review. *NeuroRehabilitation* 2019 ; **44** : 175–89.

12）Russo RN, Crotty M, Miller MD, Murchland S, Flett P, Haan E. Upper-limb botulinum toxin A injection and occupational therapy in children with hemiplegic cerebral palsy identified from a population register : a single-blind, randomized, controlled trial. *Pediatrics* 2007 ; **119** : e1149–58.

13）Lidman G, Nachemson A, Peny-Dahlstrand M, Himmelmann K. Botulinum toxin A injections and occupational therapy in children with unilateral spastic cerebral palsy : a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol* 2015 ; **57** : 754–61.

14）Olesch CA, Greaves S, Imms C, Reid SM, Graham HK. Repeat botulinum toxin-A injections in the upper limb of children with hemiplegia : a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol* 2010 ; **52** : 79–86.

15）Koman LA, Smith BP, Williams R, et al. Upper extremity spasticity in children with cerebral palsy : a randomized, double-blind, placebo-controlled study of the short-term outcomes of treatment with botulinum A toxin. *J Hand Surg Am* 2013 ; **38** : 435–46.

16）Hoare BJ, Wallen MA, Imms C, Villanueva E, Rawicki HB, Carey L. Botulinum toxin A as an adjunct to treatment in the management of the upper limb in children with spastic cerebral palsy (UPDATE). *Cochrane Database Syst Rev* 2010 ; **2010** : CD003469.

17）Sakzewski L, Ziviani J, Boyd RN. Efficacy of Upper Limb Therapies for Unilateral Cerebral Palsy : A Meta-analysis. *Pediatrics* 2014 ; **133** ; e175–204.

18）Castelão M, Marques RE, Duarte GS, et al. Botulinum toxin type A therapy for cervical dystonia. *Cochrane Database Syst Rev* 2017 ; **12** : CD003633.

CQ4-2　4. ボツリヌス治療

ボツリヌス治療は何歳から治療できるか？

推奨

1. 脳性麻痺の下肢痙縮に対し，ボツリヌス治療は低年齢から開始したほうがより有効であるため，2 歳以降からの開始を推奨するが，十分な科学的根拠は乏しい．
GRADE 2C　推奨の強さ「弱い推奨」／エビデンスの確実性「弱」

2. 脳性麻痺の上肢痙縮に対し，ボツリヌス治療は低年齢から開始したほうがより有効であるため，5 歳未満からの開始を推奨する．
GRADE 1B　推奨の強さ「強い推奨」／エビデンスの確実性「中」

3. 乳幼児期において，ボツリヌス治療は年長児と同様の安全性が示されているが，十分な科学的根拠はない．
GRADE D　エビデンスの確実性「とても弱い」

解説

A 型ボツリヌス毒素（botulinum neurotoxin-A：BoNT-A）は，介助歩行できる軽症脳性麻痺 55～117 例の下腿筋治療の 3 つの後方視的研究において，低年齢から開始したほうがより歩行機能を改善させ，4～6 歳の就学前に開始すると効果が高かった[1–3]．Desloovere らの 438 例の前方視的トライアルでも低年齢のほうが，治療目標を達成しやすいと報告されている[4]．国内では，小児の内反尖足への治療適応は 2 歳以上から認められているが，立位・歩行訓練が開始される時期には，できるだけ早期にボツリヌス治療を導入することが望ましい．

上肢痙縮の BoNT-A 治療では，国際コンセンサスにおいて，5 歳未満からの治療がより効果的と推奨されている[5]．また Fehlings らも，過去のランダム化比較試験（randomized controlled trial：RCT）報告を分析し，低年齢から開始したほうが，予後がよいと報告している[6]．

幼児期における BoNT-A 治療の安全性については，473 例のシステマティックレビューで安全性に支障はなかった[7]．また，2 歳未満の 74 例（うち 1 歳未満が 28 例）を治療した後方視的研究では，副反応を 6.5% にみたが，重篤な副反応はなく比較的安全に治療できた[8]．したがって，痙縮による二次的な筋短縮が発生する前に，できるだけ低年齢から治療を開始することが望ましい．

文献

1）Fazzi E, Maraucci I, Torrielli S, Motta F, Lanzi G. Factors predicting the efficacy of botulinum toxin-A treatment of the lower limb in children with cerebral palsy. *J Child Neurol* 2005 ; **20** : 661–6.

2）Pascual-Pascual SI, Pascual-Castroviejo I, Ruiz PJ. Treating spastic equinus foot from cerebral palsy with botulinum toxin type A : what factors influence the results? : an analysis of 189 consecutive cases. *Am J Phys Med Rehabil* 2011 ; **90** : 554–63.

3）Coutinho dos Santos LH, Bufara Rodrigues DC, Simões de Assis TR, Bruck I. Effective results with botulinum toxin in cerebral palsy. *Pediatr Neurol* 2011 ; **44** : 357–63.

4）Desloovere K, Schörkhuber V, Fagard K, et al. Botulinum toxin type A treatment in children with cerebral palsy : evaluation of treatment success or failure by means of goal attainment scaling. *Eur J Paediatr Neurol* 2012 ; **16** : 229–36.

5）Fehlings D, Novak I, Berweck S, Hoare B, Stott NS, Russo RN ; Cerebral Palsy Institute. Botulinum toxin assessment, intervention and follow-up for paediatric upper limb hypertonicity : international consensus statement. *Eur J Neurol* 2010 ; **17**（Suppl）: 38–56.

6）Fehlings D, Rang M, Glazier J, Steele C. Botulinum toxin type A injections in the spastic upper extremity of children with hemiplegia : child characteristics that predict a positive. *Eur J Neurol* 2001 ; **8**（Suppl 5）: 145–9.

7）Bourseul JS, Molina A, Lintanf M, et al. Early Botulinum Toxin Injections in Infants With Musculoskeletal Disorders : A Systematic Review of Safety and Effectiveness. *Arch Phys Med Rehabil* 2018 ; **99** : 1160–76.

8）Pascual-Pascual SI, Pascual-Castroviejo I. Safety of botulinum toxin type A in children younger than 2 years. *Eur J Paediatr Neurol* 2009 ; **13** : 511–5.

CQ4-3　4. ボツリヌス治療

ボツリヌス治療はいつまで続けられるか？

推奨

1. 脳性麻痺の下肢痙縮に対し，ボツリヌス治療の継続によって，歩行機能の長期的な改善，あるいは下肢変形拘縮の長期的な進行抑制を得られるかは不明である．
GRADE D　エビデンスの確実性「とても弱い」

2. 脳性麻痺の上肢痙縮に対し，ボツリヌス治療の継続は上肢機能の改善を維持でき，効果の得られる限り継続することを推奨する．
GRADE 1B　推奨の強さ「強い推奨」／エビデンスの確実性「中」

3. 脳性麻痺の痙縮に対し，ボツリヌス治療は長期間でも比較的安全に行えるが，十分な科学的根拠は乏しい．
GRADE 2C　推奨の強さ「弱い推奨」／エビデンスの確実性「弱」

解説

脳性麻痺の歩行機能に対するA型ボツリヌス毒素（botulinum neurotoxin-A：BoNT-A）治療の長期予後では，評価法の感度の問題があり，さらなる研究を求められている[1, 2]．2年間反復治療した58例のランダム化比較試験（randomized controlled trial：RCT）では，gross motor function measure（GMFM）で評価したところ，プラセボ群と差がなかったと報告された[3]．一方，尖足の21例を4回治療した前方視的研究では，4回とも同様に有効で，整形外科手術を延期できる可能性が述べられ[4]，別の424例の後方視的分析では，8歳までの手術を80%の患児で延期できた[5]．一方，前方視的に94例の最長3年7か月間における治療経過を観察した報告では，反復治療で痙縮軽減を維持できたが，関節可動域は徐々に狭まったと述べられており，関節可動域に関する長期的な予後には差がないことが示唆された[6]．同様に股関節亜脱臼についても，27例における観察期間2年の前方視的分析では，進行の抑制を認めたが[7]，観察期間10年のRCT 46例の長期成績では，BoNT-A治療の有無を問わず，手術頻度に差はなかった[8]．このように，概して観察期間が長くなるほど，下肢変形・拘縮の進行抑制は困難になると考えられる．

片麻痺型脳性麻痺の上肢治療については，42例，22例，73例の3つのRCTの報告で，いずれも反復投与の痙縮軽減と機能改善の効果は維持され，安全性に問題を生じなかった[9–11]．また，別の20例のRCTでは3年間観察し，治療群のほうが回外動作の改善をみ

ている[12]．

106 例の 2～4 年間の BoNT-A 治療に関する後方視的分析[1]，13 文献 893 例の反復治療に関するシステマティックレビューで，BoNT-A の反復治療の痙縮軽減の有効性と安全性が述べられている[2]．ただし，さらに長期間の BoNT-A 治療が，どのように筋組織に変化を与えるかなどの報告は少なく，今後の研究が望まれる．

文献

1）Molenaers G, Schörkhuber V, Fagard K, et al. Long-term use of botulinum toxin type A in children with cerebral palsy : treatment consistency. *Eur J Paediatr Neurol* 2009 ; **13** : 421–9.

2）Kahraman A, Seyhan K, Değer Ü, Kutlutürk S, Mutlu A. Should botulinum toxin A injections be repeated in children with cerebral palsy? A systematic review. *Dev Med Child Neurol* 2016 ; **58** : 910–7.

3）Moore AP, Ade-Hall RA, Smith CT, et al. Two-year placebo-controlled trial of botulinum toxin A for leg spasticity in cerebral palsy. *Neurology* 2008 ; **71** : 122–8.

4）Metaxiotis D, Siebel A, Doederlein L. Repeated botulinum toxin A injections in the treatment of spastic equinus foot. *Clin Orthop Relat Res* 2002 ; **394** : 177–85.

5）Molenaers G, Desloovere K, Fabry G, De Cock P. The effects of quantitative gait assessment and botulinum toxin a on musculoskeletal surgery in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2006 ; **88** : 161–70.

6）Tedroff K, Granath F, Forssberg H, et al. Long-term effects of botulinum toxin A in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2009 ; **51** : 120–7.

7）Jung NH, Heinen F, Westhoff B, Haglund-Akerlind Y. Hip lateralisation in children with bilateral spastic cerebral palsy treated with botulinum toxin type A : a 2-year follow-up. *Neuropediatrics* 2011 ; **42** : 18–23.

8）Willoughby K, Ang SG, Thomason P, Graham HK. The impact of botulinum toxin A and abduction bracing on long-term hip development in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2012 ; **54** : 743–7.

9）Lowe K, Novak I, Cusick A. Repeat injection of botulinum toxin A is safe and effective for upper limb movement and function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2007 ; **49** : 823–9.

10）Olesch CA, Greaves S, Imms C, Reid SM, Graham HK. Repeat botulinum toxin-A injections in the upper limb of children with hemiplegia : a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol* 2010 ; **52** : 79–86.

11）Koman LA, Smith BP, Williams R, et al. Upper extremity spasticity in children with cerebral palsy : a randomized, double-blind, placebo-controlled study of the short-term outcomes of treatment with botulinum A toxin. *J Hand Surg Am* 2013 ; **38** : 435–46.

12）Lidman GRM, Nachemson AK, Peny-Dahlstrand MB, Himmelmann KME. Long-term effects of repeated botulinum neurotoxin A, bimanual training, and splinting in young children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2020 ; **62** : 252–8.

CQ4-4　4. ボツリヌス治療

ボツリヌス治療は軽症の脳性麻痺に推奨されるか？

推奨

1. 軽症脳性麻痺の下肢痙縮に対し，ボツリヌス治療は歩行改善に有効であり推奨される．

GRADE 1B　推奨の強さ「強い推奨」／エビデンスの確実性「中」

2. 軽症脳性麻痺の上肢痙縮に対し，ボツリヌス治療は上肢機能改善に有効であり推奨される．

GRADE 1B　推奨の強さ「強い推奨」／エビデンスの確実性「中」

解説

脳性麻痺の下肢痙縮治療に関する Fazzi らの後方視的分析（55 例）では，gross motor function measure（GMFM）による評価で有意な改善を認めるは，介助歩行が可能な軽症のレベルであった[1]．また Sätilä らは，脳性麻痺の尖足治療のランダム化比較試験（randomized controlled trial：RCT）（36 例）において，足関節の運動が可能な軽症例のほうが，より歩行が改善したと報告している[2]．加えて，知的障害のないほうが，効果を引き出しやすいと述べている．

同様に，脳性麻痺の上肢痙縮治療に関しても，Fehlings らの過去の RCT のレビューにおいて，握力が保持されている軽症例のほうが，A 型ボツリヌス毒素（botulinum neurotoxin-A：BoNT-A）治療による機能改善効果がより高いと報告している[3]．また，国際コンセンサスでも，軽度から中等度の痙縮，最小限の拘縮，運動制御や握力の保持，集中した作業療法が可能なだけの認知力などが，BoNT-A 治療の予後良好の因子であると述べられている[4]．

文献

1）Fazzi E, Maraucci I, Torrielli S, Motta F, Lanzi G. Factors predicting the efficacy of botulinum toxin-A treatment of the lower limb in children with cerebral palsy. *J Child Neurol* 2005 ; **20** : 661–6.

2）Sätilä H, Huhtala H. Botulinum toxin type A injections for treatment of spastic equinus in cerebral palsy : a secondary analysis of factors predictive of favorable response. *Am J Phys Med Rehabil* 2010 ; **89** : 865–72.

3）Fehlings D, Rang M, Glazier J, Steele C. Botulinum toxin type A injections in the spastic upper extremity of children with hemiplegia : child characteristics that predict a positive outcome. *Eur J Neurol* 2001 ; **8**（Suppl 5）: 145–9.

4）Fehlings D, Novak I, Berweck S, Hoare B, Stott NS, Russo RN ; Cerebral Palsy Institute. Botulinum toxin assessment, intervention and follow-up for paediatric upper limb hypertonicity : international consensus statement. *Eur J Neurol* 2010 ; **17**（Suppl 2）: 38–56.

CQ4-5　4. ボツリヌス治療

ボツリヌス治療は重症の脳性麻痺に推奨されるか？

推奨

1. ボツリヌス治療は，重症脳性麻痺の介護負担や疼痛軽減に有効であり推奨されるが，十分な科学的根拠は乏しい．

GRADE 2C　推奨の強さ「弱い推奨」／エビデンスの確実性「弱」

2. 嚥下・呼吸障害をもつ重症脳性麻痺児では，高用量のボツリヌス治療による誤嚥性肺炎や排痰・呼吸機能の低下に注意しなければならない．

GRADE D　エビデンスの確実性「とても弱い」

解説

Copeland らは，41 例のランダム化比較試験（randomized controlled trial：RCT）で，Canadian occupational performance measure（COPM）の評価を用い，歩行不能の脳性麻痺児への A 型ボツリヌス毒素（botulinum neurotoxin-A：BoNT-A）治療は，介護負担軽減に有効と報告している[1]．Pin らは，システマティックレビューにおいて，疼痛軽減などに有用であったと報告している[2]．Edwards らは 51 例の RCT で，歩行不能例への BoNT-A 治療で副作用の差はなかったと述べ，BoNT-A 治療の安全性に問題のないことを示した[3]．一方，Swinney らは，591 例の後方視的分析で，粗大運動機能分類システム（gross motor function classification system：GMFCS）レベルⅣとⅤの例において，全身的副作用の頻度が高かったと報告した[4]．また，Naidu らと O'Flaherty らの後方視的分析では，特に嚥下・呼吸障害のある GMFCS レベルⅣとⅤの例において，呼吸器系合併症の入院頻度が多く，投与量の制限が必要であると述べている[4–6]．

文献

1）Copeland L, Edwards P, Thorley M, et al. Botulinum toxin A for nonambulatory children with cerebral palsy : a double blind randomized controlled trial. *J Pediatr* 2014 ; **165** : 140–6.

2）Pin TW, Elmasry J, Lewis J. Efficacy of botulinum toxin A in children with cerebral palsy in Gross Motor Function Classification System levels IV and V : a systematic review. *Dev Med Child Neurol* 2013 : **55** ; 304–13.

3）Edwards P, Sakzewski L, Copeland L, et al. Safety of Botulinum Toxin Type A for Children With Nonambulatory Cerebral Palsy. *Pediatrics* 2015 ; **136** : 895–904.

4）Swinney CM, Bau K, Burton KLO, O'Flaherty SJ, Bear NL, Paget SP. Severity of cerebral palsy and likelihood of adverse events after botulinum toxin A injections. *Dev Med Child Neurol* 2018 ; **60** : 498–504.

5）Naidu K, Smith K, Sheedy M, Adair B, Yu X, Graham HK. Systemic adverse events following botulinum toxin A therapy in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2010 ; **52** : 139–44.

6）O'Flaherty SJ, Janakan V, Morrow AM, Scheinberg AM, Waugh MC. Adverse events and health status following botulinum toxin type A injections in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2011 ; **53** : 125–30.

CQ4-6 4. ボツリヌス治療

ボツリヌス治療中のモニターは有用か？

推奨

1. ボツリヌス治療の際，超音波像は有用で弱く推奨されるが，十分な科学的根拠は乏しい．

GRADE 2C　推奨の強さ「弱い推奨」／エビデンスの確実性「弱」

2. ボツリヌス治療の際，筋電図は有用で弱く推奨されるが，十分な科学的根拠は乏しい．

GRADE 2C　推奨の強さ「弱い推奨」／エビデンスの確実性「弱」

解説

脳性麻痺児の腓腹筋への筋注の正確性について，272 回の施注を超音波像で調べた Yang らの前方視的研究では，内側頭で 92.6% だったものの，外側頭では 64.7%，特に 4 歳以下では 57.6% の正確性であった[1]．このことから，特に薄い外側頭では超音波像による同定が必要と考えられる．Kwon らによる 32 例での前方視的臨床試験では，脳性麻痺児の下腿筋治療において，電気刺激の同定よりも超音波像のほうが有用であった[2]．また，成人片麻痺患者での上下肢痙縮治療におけるランダム化比較試験（randomized controlled trial：RCT）でも，超音波像あるいは筋電図でモニターしたほうがより効果的であったと報告されている[2, 3]．同様に，痙性斜頸の A 型ボツリヌス毒素（botulinum neurotoxin-A：BoNT-A）治療に関するシステマティックレビューでも，筋電図あるいは超音波像の有効性が述べられている[4]．以上，頸部・体幹筋や上下肢筋の治療において，特に薄い筋肉，小さい筋肉，深在する筋肉へ正確な施注を行うためには，超音波像あるいは筋電図のモニターは使用されるべきと思われる．

文献

1）Yang EJ, Rha DW, Yoo JK, Park ES. Accuracy of manual needle placement for gastrocnemius muscle in children with cerebral palsy checked against ultrasonography. *Arch Phys Med Rehabil* 2009 ; **90** : 741–4.

2）Kwon JY, Hwang JH, Kim JS. Botulinum toxin a injection into calf muscles for treatment of spastic equinus in cerebral palsy : a controlled trial comparing sonography and electric stimulation-guided injection techniques : a preliminary report. *Am J Phys Med Rehabil* 2010 ; **89** : 279–86.

3）Picelli A, Lobba D, Midiri A, et al. Botulinum toxin injection into the forearm muscles for wrist and fingers spastic overactivity in adults with chronic stroke : a randomized controlled trial comparing three injection techniques. *Clin Rehabil* 2014 ; **28** : 232–42.

4）Ploumis A, Varvarousis D, Konitsiotis S, Beris A. Effectiveness of botulinum toxin injection with and without needle electromyographic guidance for the treatment of spasticity in hemiplegic patients : a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil* 2014 ; **36** : 313–8.