

<特集「心と身体の健康—最近の話題—」>

発達障害—自閉症スペクトラム障害と 注意欠陥/多動性障害を中心に

平井 清^{1,2}, 細井 創¹

¹京都府立医科大学大学院医学研究科小児発達医学*

²京都府立こども発達支援センター小児科

An Outline of Autistic Spectrum Disorders and Attention-deficit/hyperactivity Disorder

Kiyoshi Hirai^{1,2} and Hajime Hosoi¹

¹*Department of Pediatrics, Graduate School of Medical Science,
Kyoto Prefectural University of Medicine*

²*Kyoto Prefectural Disabled Children's Development Support Center*

抄 録

発達障害は、脳の機能障害により幼小児期から発達に関わる様々な症状、困難が発現する状態である。本稿では、自閉症スペクトラム障害と注意欠陥/多動性障害とについて概説する。

自閉症スペクトラム障害は、人との相互交渉、コミュニケーション、想像力の障害を共通にもつ障害で、自閉症を中心にその特徴を重度から軽度まで広く連続的に捉えるものである。アメリカ精神医学会による精神疾患の診断・統計マニュアルや世界保健機関による疾病及び関連保健問題の国際統計分類では、広汎性発達障害という語が使われ、臨床上はほぼ同じものを指している。一方、注意欠陥/多動性障害は、不注意、多動性、衝動性の問題をもつ障害である。

両者とも、現在、根本的な治療はなく、障害特性に配慮した対応で、本人の困難さを軽減し、健全な人格形成を支援することが重要である。そのためには、福祉、教育、医療等の今後ますますの連携が望まれる。

キーワード：発達障害、自閉症スペクトラム障害、広汎性発達障害、注意欠陥/多動性障害、AD/HD.

Abstract

Developmental disorders arise from various kinds of retardation in mental development, which are thought to be caused by various kinds of brain dysfunction. In this article we outline autistic spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder.

Autistic spectrum disorders share a triad of impaired social interaction, impaired communication, and

impaired imagination and have a broad continuum of severities. Autistic spectrum disorders are grouped in nearly the same category as pervasive developmental disorders in standard references (DSM-IV TR and ICD-10). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by inattentiveness, overactivity, and impulsivity.

There is no curative treatment for either disorder. It is important to reduce the difficulties faced by these patients in everyday life by giving support specifically designed for their disorders and to help them live their lives with pride. In Japan today, there is an urgent need to develop support systems for these patients by increasing the cooperation of workers in the fields of welfare, education, and medicine.

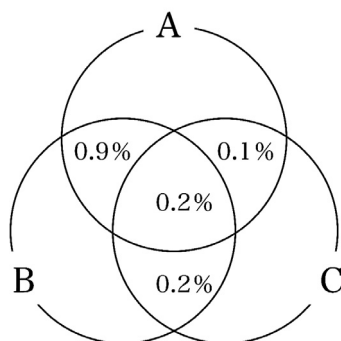
Key Words: Developmental disorders, Autistic spectrum disorders, Pervasive developmental disorders, Attention-deficit/hyperactivity disorder, AD/HD.

はじめに

最近、発達障害は社会的に大きくクローズアップされ、新聞やテレビといったマスメディア、講演会等で目や耳にする機会が増えている。小児を対象とする教育や福祉の現場では対応へのニーズが急増しているが、医療現場でも小児科や精神科を中心に診断や相談を求められる機会が増え続けている。しかし、実際は対応できる医師や施設・外来の数が相対的、また圧倒的に不足しており、予約診察までの待ち時間が月単位、ときに年単位になるなど、供給面が追いつかず、保護者や周囲をかえって困惑させている現状もみられる。

2002年に文部科学省が行った調査によると¹⁾、普通学級に在籍する児童の6.3%に何らかの学習面、行動面の困難が生じているという(図1)。このうち、調査内の『『聞く』、『話す』、『読む』、『書く』、『計算する』、『推論する』に著しい困難を示す』は学習障害を、『『不注意』または『多動性—衝動性』の問題を著しく示す』は注意欠陥/多動性障害を、『『対人関係やこだわり等』の問題を著しく示す』は高機能自閉症(高機能とは知的障害を伴わないという意味で使用される)を想定したものと考えられる。本調査は、担任教師による回答に基づくもので医師の診断による調査ではないため、この数字をそのまま真の有病率と捉えることはできないが、教師が教育の現場で想像以上に児童生徒の教育に困難を感じているという事実は無視できない。また、発達障害にはその軽重に連続性があり、境

A 学習面(「聞く」「話す」「読む」「書く」「計算する」「推論する」に著しい困難を示す) 4.5%



B 行動面(「不注意」または「多動性—衝動性」の問題を著しく示す) 2.5%

C 行動面(「対人関係やこだわり等」の問題を著しく示す) 0.8%

図1 「通常の学級に在籍する特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する全国実態調査」調査結果(2002年)¹⁾

全国5地域の公立小学校(1~6年)及び公立中学校(1~3年)の通常の学級に在籍する児童生徒41,579人を対象として、学級担任と教務主任等の複数の教員で判断の上で回答するよう依頼された(対象学校は370校で回収率は98.6%)。その結果、知的発達に遅れはないものの学習面や行動面で著しい困難を示すと担任教師が回答した児童生徒の割合は図のごとくで、全体では6.3%であった(図の数字からは6.2%になるが小数点以下の四捨五入の扱いのためである)。なお、『聞く』『話す』『読む』『書く』『計算する』『推論する』に著しい困難を示すとは、その一つあるいは複数で著しい困難を示す場合を示す。

界領域や軽度のものも含めると、上記の数字以上に発達障害児が存在する可能性もあり、医療関係者が、本人やその家族、また保育・教育関係者から、一般外来などの臨床の場で理解や対応を求められる機会は、今後ますます増加するものと考えられる。

本稿では発達障害、特に、医療機関に診断や対応を求められることが多いと想定される自閉症スペクトラム障害（または広汎性発達障害）と注意欠陥/多動性障害について概説し、理解を広げる一助としたい。

発達障害とは

人の一生は受精から始まる。1個の受精卵が分裂増殖し、人として生まれ、社会の中で生き、自立する。この過程全てを発達と言い、子どもの持っている力と周囲の働きかけの双方によってつくられる。発達障害とは、子どもの持っている力に何らかの問題があり、その発達過程に様々な困難が起きる状態全てをいう。発達障害を軽減するには、子どもの側の問題を解決することが重要であるが、周囲の働きかけ、すなわち支援も看過できない重要な要素である。

わが国では、歴史的に、発達障害児（者）に対する対応は、明らかな知的発達の遅れと身体の不自由とに限定されていたため、様々な種類と程度の発達障害をもつ児（者）が、様々な種類と程度の困難を抱えたまま、十分に対応されていなかった経緯があった。これが取り上げ始められる1990年代から、我が国でも「発達障害」という言葉が盛んに使われるようになり、2004年の発達障害者支援法成立へとつながっていったのである。

この法律では、発達障害は「自閉症、アスペルガー症候群その他の広汎性発達障害、学習障害、注意欠陥多動性障害その他これに類する脳機能の障害であって、その症状が通常低年齢において発現するものとして政令で定めるものをいう」と定義された。ここに脳性麻痺や知的障害（精神遅滞）が含まれないのは、上述のごとく、既に別の法律による対応がされていたためである。わが国の医療の現場では、脳の高次機能の

問題として、1) 人との相互交渉、コミュニケーション、想像力の面から捉えた自閉症スペクトラム障害（または広汎性発達障害）、2) 不注意、多動性、衝動性の面から捉えた注意欠陥/多動性障害、3) 発達のある側面だけが部分的に障害される特異的発達障害、4) 知能発達の面から捉えた知的障害の4つを発達障害と捉えることが一般的である²⁾。

自閉症スペクトラム障害

人との相互交渉、コミュニケーション、想像力の三つの障害を自閉症の共通特性として重視する概念で、それらの現われ方、程度、組み合わせや知能障害の有無を問わない³⁾。重度の自閉症の特徴をもつものから軽度の特徴をもつものまで、また、重度の知的障害をもつ自閉症から正常あるいはそれ以上の知能をもつ自閉症まで、自閉症及びその特徴を様々にもつものを広く連続的に捉える概念である。自閉症の概念は、1943年 Kanner が、他者との感情的接触の欠如、自分でこうと決めたことに対する激しい要求、こだわり、言葉の欠如あるいは著しい異常、物の操作の器用さ、学習困難なことと対照的な記憶のよさ、知的な風貌などに特徴づけられる一群の幼児を「早期乳幼児自閉症」として報告したことに始まる⁴⁾。以来、自閉症は、まれな重篤な障害と考えられてきたが、1970年代、Wing は Kanner の報告とは完全には一致しないものの、類似しており、同様な支援が必要な子どもが多く存在することに気づき、上記のような自閉症スペクトラム障害の概念を提唱するに至ったのである。

一方、現在、世界的に用いられているアメリカ精神医学会による精神疾患の診断・統計マニュアル (Diagnostic and statistical manual of mental disorders, fourth edition, text revision: DSM-IV TR) や世界保健機関による疾病及び関連保健問題の国際統計分類 (International statistical classification of diseases and related health problems, tenth revision: ICD-10) では、同様の病態に対しては、広汎性発達障害という概念が用いられている。对人的相互反応の障

害、コミュニケーションの障害、常同的な行動、興味、活動の存在によって特徴づけられる本病態は、自閉性障害を中心に、その周辺群であるアスペルガー障害、小児期崩壊性障害等いくつかの下位分類から構成される。臨床的には自閉症スペクトラム障害とほぼ同じものを指すと考えられる。

自閉症 (DSM-IV TR では自閉性障害、ICD-10 では小児自閉症と記されている) は、4~5:1 と男児に多く、その頻度は1万人あたり2~20人⁵⁾ (自閉症スペクトラム障害の概念で広くとらえると100人に1人程度⁶⁾) と言われる。

脳病理や画像検査から前頭前野・側頭葉・脳梁等の大脳、帯状回・海馬・扁桃体・中隔野等の辺縁系、小脳虫部・半球、延髄等がその責任病巣として報告されている。また、セロトニンを中心とするモノアミン系の異常が関与しているとする研究も多い⁷⁾。

特性は上述のように「人との相互交渉の障害」、「コミュニケーションの障害」、「想像力の障害 (DSM-IV TR と ICD-10 では限局した常同的で反復的な関心と活動とされる)」の三つ組みであるが、その他にも、感覚の過敏・鈍感、注意力の問題、不器用さ、睡眠障害や偏食等が様々な程度でみられる。小児は発達に伴い行動が変化していくため、表1のように年齢ごとに症状の現れ方は違う⁸⁾。また、ひとりひとりこれらの現れ方、程度や組み合わせに違いがあり、知的障害の程度も異なるため臨床像は多様となる。対人的孤立、言葉が話せない・理解できない、こだわりが強い、重度の知的障害を伴う、といった最重度から、人への関心はあるが一方的、言葉でのコミュニケーションが可能だが会話がうまくできない・暗黙の了解がわからない、特定の関心事に熱中し並はずれた知識をもつ、知的障害がない、といった軽度の例まで幅広く存在する。知的障害を伴う例では言葉の遅れから比較的早期に気づかれるが、知的障害のない場合、集団行動をとる年齢まで気づかれないこともある。臨床像から特性の三つ組みを伺うことができるかどうか、また、それらが乳幼児期から存在しているかどうかを見極めるこ

とが診断のポイントとなる。

根本的な治療はなく、障害特性を理解した上での対応、支援が重要となる。例えば、言葉を聞いて理解することは苦手だが目で見て理解することは得意、抽象的で曖昧なことは理解しにくい具体的なことははっきりしたことは理解しやすい、興味の幅が狭く興味のないことはやろうとしないが興味のあることは集中する、変化することは苦手だがパターンのあることは覚えやすい等の特性がある。対応としては、カードや写真といった視覚的な情報を提示する (図2)、時

表1 自閉症スペクトラム障害の年齢別にみた症状の例 (文献8より引用改変)

乳児期から 1歳頃	おとなしい よく寝る 夜泣きが激しい 寝ない 一人でも平気、一人で遊ぶ 視線が合わない 呼んでも振り向かない 耳が聞こえないように感じる マネをしない 人見知りをしない 人見知りが激しい 言葉を発しない 言葉を理解しない
2~3歳頃	初めての物、場所を怖がる 特定の物、場所を怖がる 思い通りにいかないと激しく怒る 言っても聞かない 言葉の遅れ おうむ返し 一人遊びを好む 他の子どもに関心を示さない おもちゃ、服、道順等へのこだわり 偏食が強い
集団生活期	教室にいられない 行事に参加できない 好きな事しかしない 指示が入らない 友達と遊ばない 友達と一緒にする事に興味を示さない 会話ができない 一方的に話す



図2 視覚的情報提示の例

診察することをことばで説明するより、左のようなカードを見せる方が自閉症スペクトラム障害の子どもは理解しやすい。また、右のようにスケジュールを示すことで、会の流れを理解しやすくなる。

間や空間の意味をわかりやすくする工夫、興味を大切に、利用する、無用な変化を避けパターンを利用する等の支援がその子どもにあわせて行われる。

特性に配慮した対応だけでは改善せず、パニックや不安が激しい場合、こだわりや多動、衝動性が強い場合、抑うつ状態がある場合、睡眠障害を伴う場合等には、薬物療法も対症療法として用いられる。薬物には、抗精神病薬、抗不安薬、抗うつ薬、睡眠薬等が用いられる。将来、生物学的メカニズムが解明され、さらに有効な薬物の開発につながる事が期待される。

注意欠陥/多動性障害

かつて「微細脳損傷」、「微細脳機能障害」、「多動症候群」等と診断名や診断基準が変更されてきたが、現在は、DSM-IV TRでは「注意欠陥/多動性障害」、ICD-10では「多動性障害」と呼び方は異なるものの、ほぼ同じ診断基準で捉えられている。

頻度は3~7%で、2~9:1と男児に多い⁹⁾。

前頭前野の機能異常、モノアミン、特にドパミンの関与が示唆されているが、一定の見解にはいたっていない⁷⁾。

臨床像としては不注意、多動性、衝動性が見られ、これらのために日常生活に困難が生じている。例えば、不注意のため先生の話が聞けない、よく物をなくす、多動のためじっと待てない、授業中に離席する、衝動性のため順番が待てない、すぐに手が出る等の状態である。多動性-衝動性優勢型、不注意優勢型、混合型に分類される。また、こういった症状が発達に影響し、反抗挑戦性障害、行為障害、気分障害、不安障害等の併存障害を引き起こしやすく、青年期、成人期の社会適応に影響を与えることが明らかになってきている¹⁰⁾。齊藤らは攻撃性や衝動性が外に向かって表現されることを「外在化障害の展開」といい、反抗挑戦性障害、行為障害、反社会性人格障害へと重症化していく経過をDBD (developmental behavior disorder) マーチと名づけている。また、その攻撃性が自身に向かい自己を傷つけたり、葛藤が心的苦痛として深刻化することがあり(内在化障害の展開)、その併存障害が不安障害や気分障害として現れることもある¹¹⁾。

子どもの注意力を保つため、適宜声掛けをしたり、不要な刺激を取り除く、子どもの注意力に見合った集中時間で課題を行わせる等、特性に配慮しての支援が必要である。不注意、多動性、衝動性から生じた結果を指摘、注意するだけでは解決にならないどころか、子どもの自尊心を傷つけ、上述のような併存障害を助長する。支援の目的は特性を無くす事ではなく、自尊心を保ち併存障害を生じないようにして健全な人格形成に導くことである。

支援方法としては、ソーシャルスキルトレーニング (Social Skills Training: SST) とペアレントトレーニング (Parent Training: PT) とがよく知られている¹²⁻¹⁴⁾。

ソーシャルスキルとは状況に応じた適応行動や適切な対人行動の技能のことで、人の話を聞く、話す、お礼を言う、人のしぐさを読み取る等をうまくすることである。子どもは友達と過ごすなかで、その年齢に期待されるソーシャルスキルを自然と身につけていくものであるが、注意欠陥/多動性障害の子どもは、その特性故

に集団行動や会話から逸脱し、衝動的行動もみられ、スキルが身につけにくい。周囲からわがまま、乱暴等の低い評価を受け、集団参加の機会を失い、自信を失い、ますますスキルの獲得が困難になる。SSTは、トレーニングを通してソーシャルスキルを意識的に身につけさせるプログラムである。

PTは保護者を対象とした支援方法である。注意欠陥/多動性障害の子どもを持つ保護者は、その特性から子育てに困難を感じている例が多い。保護者は、子どもの問題行動を注意、叱責するため、子どもは反抗し、自信を失い、ますます保護者を苛立たせ、落ち込ませてしまう。その結果、両者の関係は悪くなり、悪循環を繰り返すのである。PTは、保護者に注意欠陥/多動性障害について教育し、理解を深め、行動療法に基づく指導技術を教え、養育能力を高めるトレーニングである。また、子どもの日常生活の大部分を占める学校での対応も必要なことから、教師を対象にした学校版PT (Teacher Training) も拡がりをみせている。

薬物療法として、以前より中枢神経刺激薬であるメチルフェニデートの有効性が知られており、現在はその徐放製剤が用いられている。また、非中枢神経刺激薬のアトモセチンも昨年より本邦で使用可能となった。これらの明確な作用機序は不明であるが、メチルフェニデートは脳内のドーパミン及びノルアドレナリントランスポーターに、アトモセチンはノルアドレナリントランスポーターに結合し、再取り込みを抑制することにより、シナプス間隙のドーパミン及びノルアドレナリンを増加させて作用していると考えられている¹⁵⁾¹⁶⁾。薬物療法により不注意、多動性、衝動性は軽減するが、支援が不要となるということではない。現在のところ、これらの薬物の成人での有効性と安全性は確立さ

れていないため、一生に渡って使えるものではない。従って、薬物がなくとも、特性をもちながらも日常生活を困難なく送れるよう、本人にそのスキルと自信を持たせる事が肝要であり、そのためにこそ支援は継続されねばならない。薬物療法により本人の状態がよい時期にこそ、むしろスキルと自信を持たせるための周囲からの働きかけが必要である。

支援のための連携

発達障害の支援の多くは彼らの日常生活の中で行われるべきものである。従って本人、家族を中心とした周囲の取り組み、その連携が重要である。小児期には、幼稚園や保育園、学校といった教育関係者、青年期を過ぎると職場関係者、そして全生涯においては福祉関係者や医療関係者が関わることになろう。発達障害者支援法、特別支援教育等を通じて一般社会にも障害認知が進み、これらの人々が互いに連携するケースも増えつつあるが、まだそのシステムは不十分であり、確立されていない。生涯に渡って必要な支援が途切れることなく提供され、また、支援者間の連携が十分に行われることで、本人と家族とを孤立させることなく、特性を保ちながら、自信を持って、生きていけるよう、さらなる社会基盤の整備が望まれる。

おわりに

発達障害、特に自閉症スペクトラム障害と注意欠陥/多動性障害について概説した。これらの高い有病率、高まる社会認知と対応、社会基盤の迅速な整備の必要性等から、我々医療関係者は、医療の枠に留まらず、それらに積極的に関与することが今求められている。その第一歩として、障害を正しく知り、彼らの困難さを理解することが重要である。

文 献

1) 文部科学省。「通常の学級に在籍する特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する全国実態調査」調査結果。http://www.mext.go.jp/b_menu/public/2002/

021004c.htm

2) 宮本信也。Q11. 発達障害、軽度発達障害とはどのような状態をいうのですか？精神障害、認知障害、情緒

- 障害, 適応障害という概念とはどこが違うのですか?
小児内科 2007; 39: 197-199.
- 3) Wing L.: The continuum of autistic characteristics.
In: Schopler E, Mesivob GB, Editors. Diagnosis and
assessment in autism. New York: Plenum, 1988; 91-
110.
- 4) Kanner L. Autistic disturbances of affective contact.
Nervous Child 1943; 2: 217-250.
- 5) American Psychiatric Association.: Autistic disorder.
In: Diagnostic and statistical manual of mental
disorders, Forth edition, Text revision. Washington
DC: American Psychiatric Association 2000; 70-75.
- 6) Baird G, Simonoff E, Pickles A, Chandler S, Loucas
T, Meldrum D, Charman T. Prevalence of disorders of
the autism spectrum in a population cohort of children
in South Thames: the Special Needs and Autism
Project (SNAP) . Lancet 2006; 368: 210-215.
- 7) 竹内義博, 大野雅樹. 発達障害の脳科学—モノアミ
ンニューロン系を中心に—. 小児科 2004; 45: 188-
196.
- 8) 田村 立, 杉山登志郎. Q27. 軽度発達障害は集団
生活にはいると発見されることが多いといわれます
が本当ですか? 乳幼児健診などで早期に発見するこ
とはできますか? 早期発見にはどのような点に注目
すればよいですか? 小児内科 2007; 39: 245-247.
- 9) American Psychiatric Association.: Attention-deficit/
hyperactivity disorder. In: Diagnostic and statistical
manual of mental disorders, Forth edition, Text
revision. Washington DC: American Psychiatric
Association 2000; 85-93.
- 10) Weiss M, Weiss G.: Attention deficit hyperactivity
disorder. In: Lewis M, editor. Child and adolescent
psychiatry: A comprehensive textbook. Third edition.
Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2002; 645-
670.
- 11) 齊藤万比古, 原田 謙. 反抗挑戦性障害. 精神科治
療 1999; 14: 153-159.
- 12) Frankel F, Myatt R, Cantwell DP, Feinberg DT. Parent-
assisted transfer of children's social skills training:
effects on children with and without attention-deficit
hyperactivity disorder. J Am Acad Child Adolesc
Psychiatry 1997; 36: 1056-1064.
- 13) Pisterman S, Firestone P, McGrath P, Goodman JT,
Webster I, Mallory R, Goffin B. The role of parent
training in treatment of preschoolers with ADHD. Am
J Orthopsychiatry 1992; 62: 397-408.
- 14) Weinberg HA. Parent training for attention-deficit
hyperactivity disorder: parental and child outcome. J
Clin Psychol 1999; 55: 907-913.
- 15) Bymaster FP, Katner JS, Nelson DL, Hemrick-
Luecke SK, Threlkeld PG, Heiligenstein JH, Morin
SM, Gehlert DR, Perry KW. Atomoxetine increases
extracellular levels of norepinephrine and dopamine in
prefrontal cortex of rat: a potential mechanism for
efficacy in attention deficit/hyperactivity disorder.
Neuropsychopharmacology 2002; 27: 699-711.
- 16) Morón JA, Brockington A, Wise RA, Rocha BA, Hope
BT. Dopamine uptake through the norepinephrine
transporter in brain regions with low levels of the
dopamine transporter: evidence from knock-out
mouse lines. J Neurosci 2002; 22: 389-395.

著者プロフィール



平井 清 Kiyoshi Hirai

所属・職：京都府立こども発達支援センター小児科

京都府立医科大学大学院医学研究科小児発達医学 併任学内講師

略 歴：1988年3月 京都府立医科大学医学部卒業

1988年5月 京都府立医科大学附属病院研修医（小児科）

1989年4月 松下記念病院小児科

1991年4月 京都府立医科大学附属病院修練医（小児科）

1992年4月 社会保険京都病院小児科

1998年4月 玉井病院小児科医長

2000年4月 University of California, San Francisco 研究員

2003年4月 京都府立向日が丘療育園小児科医長

京都府立医科大学大学院医学研究科小児発達医学 併任助手

2003年9月～ 京都府立こども発達支援センター小児科医長

2006年10月～ 京都府立医科大学大学院医学研究科小児発達医学 併任学内講師，現在に至る

専門分野：小児神経学，小児の発達

- 主な業績：1. Hirai K, Sugawara T, Chan PH, Basus VJ, James TL, Litt L. Cytochrome c associated apoptosis during ATP recovery after hypoxia in neonatal rat cerebrocortical slices. *J Neurochem* 2002; 83: 309-319.
2. Morimoto M, An B, Ogami A, Shin N, Sugino Y, Sawai Y, Usuku T, Tanaka M, Hirai K, Nishimura A, Hasegawa K, Sugimoto T. Infantile spasms in a patient with Williams syndrome and craniosynostosis. *Epilepsia* 2003; 44: 1459-1462.
3. Hirai K, Hayashi T, Chan PH, Zeng J, Yang GY, Basus VJ, James TL, Litt L. PI3K inhibition in neonatal rat brain slices during and after hypoxia reduces phospho-Akt and increases cytosolic cytochrome c and apoptosis. *Brain Res Mol Brain Res* 2004; 124: 51-61.
4. Nakano-Okuda Y, Hasegawa K, Hirai K, Kanai-Ochiai R, Morimoto M, Sugimoto T. Effects of edaravone on N-methyl-D-aspartate (NMDA)-mediated cytochrome c release and apoptosis in neonatal rat cerebrocortical slices. *Int J Dev Neurosci* 2006; 24: 349-356.
5. Zeng J, Yang GY, Ying W, Kelly M, Hirai K, James TL, Swanson RA, Litt L. Pyruvate improves recovery after PARP-1-associated energy failure induced by oxidative stress in neonatal rat cerebrocortical slices. *J Cereb Blood Flow Metab* 2007; 27: 304-315.
6. Liu J, Hirai K, Litt L. Fructose-1,6-bisphosphate does not preserve ATP in hypoxic-ischemic neonatal cerebrocortical slices. *Brain Res* 2008; 1238: 230-238.