

遺伝と環境により育まれる子どもの脳

高橋孝雄 (慶應義塾大学医学部教授)

はじめに

今日は遺伝と環境、そして子どもの脳というキーワードでお話をさせていただきます。なるべく科学的な切り口でお話をさせていただきたいと思います。

私は小児科医ですので、子どもが育ち、成長していく過程を目の当たりにし、そこに起こる問題を身にしみてわかっているわけですが、それをなかなか科学的に証明することができていません。社会を動かし、政治を動かすためには、必ず科学的根拠が必要なのですが、赤ちゃんの脳を例にとると、はっきり分かっているとと言えるのは体積と重さぐらいなのです。これは私の切実な悩みとも言えます。それでは、遺伝と環境についてこれから少しお話していきたいと思います。

皆様ご存知のとおり、生まれる前の赤ちゃんの体は、遺伝子によって決められた非常に緻密で堅牢なシナリオによって、ほとんど同じ生物学的なステップを踏んで作られます。しかし、赤ちゃんがひとたび生まれたあとは、どっと押し寄せてくる環境が、その方の人格、人生そのものを左右していくわけです。

ただ、遺伝で決められたシナリオは生まれた後も強く作用し続けるため、どんなに頑張っても、遺伝子で決められたストーリーから逃れられない場合があります。たとえば、どんなに健康に気をつけていても遺伝的背景から起こるべくして起こる病気があります。遺伝子は一生の間、ずっと作用していくわけです。

一方で環境因子というものがあります。子宮の中にいる赤ちゃんの体は遺伝子のシナリオに従って出来上がっていくわけですが、その過程でも環境因子はいろいろと働いています。たとえば、お母さんの気持ちの安らかさといったものもそのような環境因子の一つと言えるでしょうし、お母さんが重症の妊娠中毒症になるといった子宮内環境の変化も胎児に影響を与えます。現代では医学が非常に進んで、子宮内の環境を良い方向にコントロールすることによって、赤ちゃんが病気を持って生まれてこないように操作する、といったことも夢ではなくなってきました。

つまり、人の一生を1本の木に例えますと、遺伝子

で決められたシナリオによって作られる部分が根っこ太い幹、そこから順序だって生えている枝であり、一方、きれいな空気や暖かい陽の光などの環境因子によって育まれるのが葉っぱや果実であると言えるのではないかと思います。

胎児の脳が作られるための段取り

ここから脳科学の話させていただきたいと思います。人の脳は約1400gほどです。チンパンジーが400gですから、人の脳はとて大きいですね。これは当たり前前で、重要なポイントです。大きさと機能というのは往々にして比例するのです。もちろん例外はありますが、大きいほど機能が強く複雑であるというのが生物学では一般的です。

脳全体が作られる過程は、遺伝子によってその段取りがほとんど決められています。3つの段階があって、第1段階では神経細胞が作られます。非常に少ない数の神経幹細胞が分裂を重ねていき、その中から若い神経細胞が生まれてくるのです。それらの若い神経細胞がアメーバのように脳の表面に向かって移動していくのが第2段階です。神経細胞の移動は、妊娠24週頃まで続き、脳表面に6層構造の脳皮質が作られていきます。第3段階では、出来上がった神経細胞と神経細胞が情報交換するためのネットワークが段々と成熟していきます。神経細胞どうしを連結するためにシナプスが作られ、神経から生えている長い長い軸索突起に脂肪の膜を巻きつけることによって電気信号が非常に速いスピードでスムーズに伝わるようになります。この最終ステップが非常に重要で、これがしっかりと遂行されて始めて、我々人類が誇る脳皮質が出来上がるわけです。

これらはかなり危ういプログラムのように見えますが、たとえば赤ちゃんの栄養状態が悪い、お母さんの血圧が高いといった問題が多少あっても、確実に事が進むように、遺伝子があらかじめ図面をつくっておいてくれるわけです。

現在、私どもの未熟児新生児室は、22週で生まれ

た赤ちゃんでもしっかり助けて育てるという医療レベルを有しています。すなわち 280 g とか 300 g で生まれた赤ちゃんの命を、ただ助けるだけではなく、しっかりと一人前の社会人になれるように育てていく、そういう技術レベルに達しているのです。22 週の赤ちゃんというのは、脳がシナプスをつくってネットワークをつくり、脂肪の膜を巻いて電気信号をうまく送るようにする、まさにその時期にあります。皆さんは人間の脳に“しわ”があるのは当たり前と考えておられるかもしれませんが、私どもが毎日点滴を入れて、抗生物質を使ったりして治療をしているこの時期の赤ちゃんの脳はツルツルでしわはありません。こういった赤ちゃんを、大脳の発育、発達を踏まえながら助けていくことが我々にとって大変重要な使命となっているわけです。

生後 12 ヶ月間に起こる 驚くべき発達の原動力は？

生後 12 ヶ月間の発達についてご紹介させていただきます。赤ちゃんは特に、生後 12 ヶ月の間に驚くべき能力を獲得していくのです。

生まれた時にこんなに小さかった頭が、どんどん大きくなり、いろんなことができるようになる、だから子どもの脳の発達はすごい、という話がされます。確かにそのとおりですね。実際、知能や運動の発達が遅れている赤ちゃんは、頭囲の発育も遅いことが多いです。赤ちゃんにとって、頭がしっかり大きくなるというのは非常に重要なことなのです。

しかし、赤ちゃんの頭の成長を胎児期にまでさかのぼって見てみますと、生後に起こる脳の成長は、お母さんのおなかの中にいる時の頭の成長に比べればたいしたことはないのです。ほとんどゼロと言える小さな小さな受精卵から始めて、何千倍、何万倍になるわけですから、これは当たり前ですね。したがって、脳重量や頭囲だけでは、知能について多くは語れないことになります。

では、シナプスの数はどうかというと、生後の 1 年間で急速に増えていることがわかりました。これは病理学者が顕微鏡でシナプスを一つ一つ丹念に数えていったわかったことなのです。たくさん作られたシナプスも後で減らされていく時期もあるので、話はそんなに単純ではありません。しかし、生後 1 年間のシナ

プスの数が、脳の重さや大きさよりもずっとダイナミックに変化していくという事実は、シナプスによる神経ネットワークの形成が、赤ちゃんの脳機能の発達と密接に関連しているということの科学的根拠だと言ってよいと思われま

す。シナプスの次は、電気信号を素早く伝えるためのミエリンです。脳断層撮影の一つである MRI の発明によって、生きている赤ちゃんのミエリンを脳を切り刻む事なく見ることができるようになりました。MRI はもともと脳梗塞や脳出血などの病気を診断するために開発されたものですが、現在ではさまざまな研究にも使われています。生後 3 ヶ月の赤ちゃんでは、まだ脳の一部でしかミエリンが形成されていないのに、生後 12 ヶ月の赤ちゃんになると脳の隅々まできれいにミエリンが写し出されます。ミエリン形成は、脳機能の原始的で重要な部分、例えば手足を動かしたり、知覚を感じ取ったりする部分から始まり、次第に高度な機能をつかさどる領域に進んでいくのです。これはたとえば、日本の道路網が、その昔、まず幹線道路から舗装され、瞬間に路地裏まで舗装されて行った様子を思い起こさせます。

研究が実証する環境の力

いろいろな研究をご紹介します。これは比較的最近のものですが、動物が赤ちゃんを育てる時、お母さんの養育態度によって赤ちゃんの脳内に遺伝子レベルで変化が起きるということを実証した実験です。動物実験ですら、こうやって実証できるようになったのは、ここ 1～2 年のことです。こういった論文が超一流の雑誌に載るわけですから、科学的根拠を示すことがどれだけ難しいかということもおわかりになるかと思います。

続いて、読み書き障害についての研究です。読み書き障害というのは、言語を理解したり、表現したりするための機能が障害されているものですが、エール大学のシェイヴィッツ夫妻のご講演が大変おもしろかったのでご紹介させていただきます。

読み書きのために重要な中枢というのは左側のこめかみの上あたりにあるのですが、そこがうまく活性化されないのが読み書き障害の人です。しかし、そのかわり、前頭葉が頑張っているんです。すなわち、読みにくいんだけど、一生懸命理解しながら深く考えて読むわけ

です。時間はかかりますが、非常に丁寧な読み方をしていけると言えるかもしれません。

このグラフでは、横軸が年齢を、縦軸が読解能力を示しています。上の段の実線は、普通に読み書きのできる方です。年齢が上がるに従って読む能力がどんどん高まっていき、中学生くらいになるとそれ以上進歩しなくなっていることがわかります。一方、点線は読み書き障害のある方ですが、こちらもちょうど右肩上がりです。成長するに従って自然に上がっていく。しかし、決して上の実線に追いつけない。読み書き障害という“個性”は遺伝的に決まっています、環境を多少整えても、つまり教育によっても、普通の人の読み書き能力に追いつくことはできないことを示しています。しかし、シェイヴィッツ先生がエール大学でやっておられる1年間の訓練プログラムを受けた方のMRIを見ると、訓練前には前頭葉が一生懸命頑張っているのが、訓練後には前頭葉はリラックスして、本来働くべき左のこめかみの上の脳が仕事をちゃんとやっているとわかります。つまり、特殊な教育をほどこせば、遺伝子が決めた能力の壁を乗り越えることができるかもしれないのです。“教育”“訓練”とは、遺伝子が決めたシナリオを環境操作によって書き換えることである、とまで言えるのではないかと思います。

最後にメディア社会のお話をさせていただきたいと思います。例えば、テレビを長く見る子ほど成績が落ちる傾向にあるというデータも出ていますが、皆さんはメディアについてどうお考えでしょうか。

私が考える問題点は3つです。一つ目は情報過多です。情報がデジタル化されることによって、子どもたちの脳では到底処理しきれない量の情報がどんどん押し寄せてくる。そのペースが問題ではないかと思っています。

2つ目は、無言化・孤立化です。言葉によるコミュニケーションが減っていき、1人である時間が長くなります。そして3つ目は、これが最も重要なことです。実体験が減少することです。見たことも行ったこともないところの情報が二次元化されて入ってくるために、本来の年齢にふさわしい知識や経験が得られなくなってきています。以上をまとめますと、情報過多、無言化・孤立化、実体験の減少の3つがメディア社会の問題点として挙げられると思います。

例として写真を見ていただきたいのですが、これは野球チームの日本ハムが優勝して、監督を胴上げして

いる写真です。みんなが大喜びしている様子が写っているわけですが、実体験のまったくない方がこの写真を見たら、1人の外国人を多くの日本人がいじめている様子に見えるかもしれません。つまり、インターネット上で二次元的に公開される情報は、必ず実体験に基づいて解釈されるべきなのです。

愛情という環境

最後に、私が一番伝えたいメッセージを、1人の男の子のお話を通じてお伝えしたいと思います。慶應病院に、背が低いということと来た当時4歳の男の子の話です。彼は入院してから。ぐっと身長が伸びたのです。成長ホルモンを打ったわけではありません。実は彼は、母親に虐待されていました。身体的虐待ではなく、完全に無視され、愛情遮断の状態です。2年間近く育てられていたのです。

しかし私が、身長が伸びたことよりも、もっと驚いたことは、頭囲がどんどん大きくなっていったことです。単なる低栄養状態では脳というのは小さくなることはありません。首から下が痩せ細っていても、脳はそう簡単には痩せることがない部分なのです。ところが、大事な時期に愛情が遮断された彼の脳は育たなくなってしまったのです。それが、病院の中でさまざまな人の愛情により、みるみる大きくなっていった。もちろん、脳の大きさ、つまり頭囲と脳の働きはとも深く関わっているのです。

これは大変なメッセージだったと思います。脳の発達には愛情が不可欠だということをお伝えしたかったのです。彼は退院して、施設に引き取られて行きました。

その後、小学校入学式の会場で数年ぶりに会った母親に彼が最初に言ったのは、「お母さんの病気、よくなったんだね。よかったね」という言葉でした。退院しても母親に会えない理由を、お母さんは重い病気だから、と私たちが嘘をついていたからなのです。虐待され、笑うこともしない、脳ですら成長を止めていたあの子に、小児病棟に入院している間にこんなに優しい心が宿り、育まれていたのだと、心底嬉しく感じました。

以上でございます。ご清聴ありがとうございました。