



Title	Chondroitin Sulfate Proteoglycans Down-regulate Spine Formation in Cortical Neurons by Targeting Tropomyosin-related Kinase B (TrkB) Protein
Author(s)	栗原, 大
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/59708">https://hdl.handle.net/11094/59708</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href=" <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> ">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【50】

氏 名 栗 原 大  
博士の専攻分野の名称 博士(医学)  
学位記番号 第 25876 号  
学位授与年月日 平成25年3月25日  
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当  
医学系研究科生体生理医学専攻  
学位論文名 Chondroitin Sulfate Proteoglycans Down-regulate Spine Formation  
in Cortical Neurons by Targeting Tropomyosin-related Kinase B  
(TrkB) Protein  
(コンドロイチン硫酸プロテオグリカンはTrkBを脱リン酸化しスパイン  
形成を抑制する)  
論文審査委員 (主査)  
教授 山下 俊英  
(副査)  
教授 島田 昌一 教授 吉森 保

## 論文内容の要旨

### [目的]

コンドロイチン硫酸プロテオグリカン (CSPG) は中枢神経系の細胞外マトリックスを構成する主要分子であり、軸索伸長の阻害や、シナプス形成の阻害など、神経回路形成を抑制する機能を持つことで知られている。特に神経損傷後の再生阻害や、臨界期の終了において重要な働きをするが、CSPGによる神経回路形成抑制の詳細な分子メカニズムは現在のところ明らかになっていない。近年、CSPGの受容体としてProtein Tyrosine Phosphatase  $\sigma$  (PTP  $\sigma$ ) が報告された。PTP  $\sigma$  は膜貫通型のチロシンfosファターゼであり、何らかの分子のチロシン残基を脱リン酸化し、神経回路形成を抑制すると考えられているが、PTP  $\sigma$  の下流シグナルは依然明らかになっていない。そこで、本研究ではPTP  $\sigma$  の下流シグナルを解明し、CSPGによる神経回路形成抑制メカニズムを明らかにすることを目的とした。

本研究では、PTP  $\sigma$  の下流の候補として、BDNF-TrkBシグナルに着目した。TrkBは受容体型チロシンキナーゼであり、リガンドの脳由来神経栄養因子 (BDNF) の結合により自己リン酸化し、神経回路形成に促進的に作用することが知られている。そこで、CSPG刺激によりPTP  $\sigma$  がTrkBを脱リン酸化し、その活性化を阻害することで神経回路形成が抑制されるという仮説を立て、以下の実験を行った。

### [方法ならびに成績]

始めに、CSPGがTrkBのリン酸化状態に与える影響をウエスタンプロット法により調べた。マウス大脳皮質から初代培養した神経細胞をBDNF、CSPGで処理した結果、BDNF処理により生じるTrkBのリン酸化が、CSPG処理により抑制された。また、PTP  $\sigma$  をノックダウンした条件では、このCSPGによるリン酸化TrkBの減少はみられなかった。さらに、TrkBの免疫沈降を行ったところ、PTP  $\sigma$  の共沈がみられ、PTP  $\sigma$  とTrkBの相互作用が確認された。以上の結果から、仮説通りCSPG刺激によりPTP  $\sigma$  がTrkBを脱リン酸化することが示唆された。

次に、神経細胞をBDNF、CSPGで処理し、スペイン密度に与える影響を調べた。その結果、BDNF処理によりスペイン密度が増加し、CSPGによってそのスペイン密度の増加が抑制された。また、PTP  $\sigma$  をノックダウンした条件では、このCSPGによるスペイン密度の増加抑制がみられなかつた。これらの結果から、CSPGはPTP  $\sigma$  依存的にBDNFによる神経回路形成を抑制するということが示された。また、予想外なことに、CSPG、BDNF両方で処理したときのスペイン密度は、BDNFによる増加分がなくなるだけでなく、コントロールと比較して有意に減少した。本研究では、さらにこのメカニズムに関しても解明を行った。BDNFの受容体にはTrkB以外にp75があり、p75はTrkBとは逆にスペインの刈り込みを引き起こすことが知られている。そこで、p75の関与を確かめるため、抗p75抗体存在下で神経細胞をCSPG、BDNFで処理した。その結果、抗p75抗体非存在下でみられるスペイン密度の減少が抗p75抗体により阻害された。この結果からCSPG、BDNF存在下でみられたスペイン密度の減少はp75に依存することが明らかとなった。

### [総括]

本研究では、CSPGはPTP  $\sigma$  を介してTrkBを脱リン酸化し、神経回路形成を抑制することを明らかにした。また、CSPG存在下ではTrkBの活性化が抑制される結果、BDNFによりp75の活性化が起り神経回路の刈り込みが起こる可能性を示した。

## 論文審査の結果の要旨

上記学生は、コンドロイチン硫酸プロテオグリカン (CSPG) による神経回路形成抑制の分子メカニズムの解明を目的とし、研究に取り組んできた。学位申請論文において、上記学生はCSPGが受容体であるPTP  $\sigma$  を介して神経栄養因子受容体TrkBを脱リン酸化し、神経回路形成を抑制することを明らかにした。また、CSPG存在下ではTrkBの活性化が抑制される結果、TrkBのリガンドであるBDNFがもうひとつの受容体のp75を活性化し、神経回路の刈り込みを引き起こす

ことを示した。CSPGによる神経回路形成抑制の分子メカニズムは長年明らかになっていなかった課題だが、本研究はその一端を明らかにするものである。また、CSPG存在下ではBDNFが神経回路の刈り込みを引き起こすという結果はこれまでにない知見であり、発生期の神経回路形成に寄与する可能性が考えられる。以上のように、本研究は神経科学研究に新たな展開をもたらすものであり、学位申請にふさわしい研究成果である。