



Title	Phosphorylated neurofilament accumulation in neuronal perikarya by cyclosporin A injection in rat brain.
Author(s)	田中, 稔久
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38108">https://hdl.handle.net/11094/38108</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

氏名	田中 穏久
博士の専攻分野の名称	博士(医学)
学位記番号	第10658号
学位授与年月日	平成5年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 医学研究科内科系専攻
学位論文名	Phosphorylated neurofilament accumulation in neuronal perikarya by cyclosporin A injection in rat brain. (ラット脳内サイクロスボリンA注入による神経細胞体内リン酸化ニューロフィラメント蓄積について)
論文審査委員	(主査) 教授 西村 健 (副査) 教授 白石 純三 教授 祖父江憲治

### 論文内容の要旨

#### (目的)

アルツハイマー病脳に特徴的な神経原線維変化と老人斑の構成蛋白であるタウ蛋白、アミロイド $\beta$ 蛋白前駆体がリン酸化されていること、アルツハイマー病脳では神経細胞の主要な細胞骨格蛋白の一つであるニューロフィラメント蛋白が過剰にリン酸化されていることが示されている。蛋白の異常なリン酸化はアルツハイマー病の病的過程の特徴と考えられる。細胞内蛋白のリン酸化はプロテインキナーゼによるリン酸化とfosfotransferaseによる脱リン酸化により調節されていると考えられるが、神経変性疾患およびそのモデルにおけるfosfotransferaseに関する検討は未だ少ない。免疫抑制剤として開発されたサイクロスボリンAは、シクロフィリンと結合しカルシニューリン(fosfotransferase 2B)の脱リン酸化能を抑制することが明らかにされた。本研究では、ラット脳内にサイクロスボリンA注入によって生じた神経細胞内細胞骨格蛋白の変化を検討することによりアルツハイマー病の病理過程における脱リン酸化酵素の関与を明らかにすることを目的とした。

#### (方法)

- 1) 脳固定装置を用いてウィスター系ラット脳海馬内(ブレグマ右外側5.1mm, 尾側5.2mm, 深さ5.5mm)に25%dimethyl sulfoxide(DMSO)に溶解したサイクロスボリンA(濃度0.02-200 $\mu$ g/ml)溶液5 $\mu$ lを注入した。
- 2) 脳内Ca・カルモデュリン依存性fosfotransferase活性の測定: ラット脳組織ホモジネートにCa・カルモデュリンを添加したものに、 $^{32}$ Pラベルした基質蛋白を加えることにより反応を開始した。20%トリクロロ酢酸を加えて反応を停止し、遠沈により上清に遊離した $^{32}$ Pの量を測定し、これをfosfotransferase活性とした。Ca・カルモデュリンの有無による差をカルシニューリン活性として、サイクロスボリンAの作用を検討した。
- 3) 注入1週間後に10%formaldehydeにて灌流固定後、パラフィン切片(6 $\mu$ m)およびクリオスタット切片(15 $\mu$ m)を作成し、Hematoxylin-Eosin(H-E)染色、鍍銀染色、細胞骨格蛋白関連蛋白に対する抗体を用いた免疫染色によりその変化を観察した。さらにサイクロスボリンA注入ラットの脳ホモジネートについて各種細胞骨格蛋白に対する抗体を用いたウェスタンプロットにより検討した。

#### (成績)

サイクロスボリンAを注入したラットの脳内カルシニューリン活性は対照ラット脳と比べて低下していた。  
サイクロスボリンAを海馬に注入したラット脳ではH-E染色により大脳皮質、海馬、視床、小脳にbasophilicに

染色される神経細胞が観察された。この特徴的な basophilic 神経細胞の数は注入したサイクロスボリン A の濃度に応じて増加していた。

細胞骨格蛋白に対する抗体を用いた免疫染色によりこの basophilic 神経細胞の胞体内にはリン酸化ニューロフィラメントが存在することが明らかになった。リン酸化されたニューロフィラメント 200K Da (NF-H) に対する抗体を用いた免疫組織化学的検討から対照ラット (25% DMSO 5 ml 注入) 脳においては軸索のみが染色されたが、サイクロスボリン A 注入脳においては軸索を含め細胞体も染色される神経細胞が海馬、視床、小脳に観察された。抗脱リン酸化NF-Hに対する抗体を用いた検討では対照ラット脳の中脳、延髄の神経細胞胞体内は陽性に染色されるのにに対して、サイクロスボリン A 注入ラット脳ではその染色性が消失していた。タウ蛋白に対する抗体では主として軸索が染色されサイクロスボリン A 注入ラットと対照ラットとの間にその染色性の差異を認めなかった。

ウエスタンブロットによる検討ではサイクロスボリン A 注入ラット脳において主要な細胞骨格蛋白の量的变化や異常な分解は認められなかったが、そのリン酸化の程度に変化が認められた。

#### (総括)

- 1) サイクロスボリン A はラット脳内において脱リン酸化酵素カルシニューリンの阻害剤として作用することが示された。
- 2) サイクロスボリン A の脳内投与により神経細胞胞体内にリン酸化ニューロフィラメントが増加することが示された。
- 3) 神経細胞内蛋白のリン酸化状態はプロテインキナーゼ活性だけでなくフォスファターゼ活性によっても調節されていることが示唆された。
- 4) サイクロスボリン A 注入ラットは神経組織内の蛋白リン酸化脱リン酸化の過程を検討するため有用であり、リン酸化の異常が想定されているアルツハイマー病の病態研究に有用な手段となる可能性が示唆された。

#### 論文審査の結果の要旨

神経原線維変化や老人斑の構成蛋白が過度にリン酸化されていることなどからアルツハイマー病の病理過程として細胞骨格蛋白のリン酸化の異常が推定され、アルツハイマー病脳におけるリン酸化酵素についての検討が進められてきた。脳内細胞骨格蛋白のリン酸化状態は蛋白リン酸化酵素と脱リン酸化酵素とにより調節されているものと考えられるが、アルツハイマー病脳における脱リン酸化酵素について検討した報告は少ない。

本研究は脳内に大量に存在することが知られている脱リン酸化酵素であるカルシニューリンに注目し、その阻害剤であるサイクロスボリン A を動物脳内に投与し細胞骨格蛋白の変化を検討したものである。本研究の結果から、サイクロスボリン A の脳内投与によってカルシニューリン活性が阻害されること、神経細胞内の細胞骨格蛋白が過剰にリン酸化されることが明らかにされた。サイクロスボリン A 投与動物に認められる脳内変化は細胞骨格蛋白の過剰リン酸化という点においてアルツハイマー病の病理過程と類似しており、アルツハイマー病の病理過程の解明に有用なモデルとなりうる点で、本研究の意義は大であり、学位に値すると考える。