



Title	Thymic stromal cells eliminate T cells stimulated with antigen plus stromal Ia molecules through their cross-talk involving the production of interferon- γ and nitric oxide
Author(s)	邵, 旭光
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39885
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	部 旭 光
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学位記番号	第 12364 号
学位授与年月日	平成 8 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学研究科生理系専攻
学位論文名	Thymic stromal cells eliminate T cells stimulated with antigen plus stromal Ia molecules through their cross-talk involving the production of interferon- γ and nitric oxide (胸腺ストローマ細胞による抗原レセプター刺激 T 細胞除去の分子機構 : interferon- γ (IFN- γ) と一酸化窒素 (NO) の関与)
論文審査委員	(主査) 教授 濱岡 利之
	(副査) 教授 平野 俊夫 教授 宮坂 昌之

論文内容の要旨

[目的]

胸腺は、T 細胞の増殖／分化に必要な微小環境を提供する器官である。胸腺における T 細胞レパートリーの形成は、胸腺細胞上の T 細胞抗原受容体 (TCR) と胸腺ストローマ細胞上の主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) との相互作用によって引き起こされると考えられている。TCR 刺激によって成熟 T 細胞は活性化するのに対し、未熟 T 細胞は同じ TCR からのシグナルによって細胞死に導かれるのはパラドックスの一つである。ほとんどの研究は未熟 T 細胞と成熟 T 細胞では TCR からのシグナルが異なると考えているようである。それは可能性の高い一つのメカニズムと考えられるが、それとともに胸腺微小環境の特殊性即ち胸腺ストローマ細胞と T 細胞の相互作用により誘導されるシグナルの影響に基づく可能性も考えられる。当研究室では未熟胸腺細胞の分化誘導能を有する胸腺ストローマ細胞クローニングが樹立され、このストローマ細胞クローニング単層培養上において“抗原 + ストローマ細胞の Ia 分子”による TCR 刺激を受けた T 細胞が死に至る、という clonal deletion モデルが報告されていた。しかし T 細胞死が誘導されるメカニズムは不明で、本研究はこの現象の分子機構を明らかにすることを目的とした。

[方法]

胸腺ストローマ細胞株 MRL 104.8a と、KLH 特異的 I-E^k 拘束性 Th クローニング (9-16) を用いた。培養上清中の IFN- γ 、TNF- α の活性は Bioassay で、mRNA の発現は RNase protection assay で測定した。iNOS (inducible type of NO synthase) mRNA の発現は、種々の刺激を受けた胸腺ストローマ細胞から調製した total RNA より RNase protection assay で検出した。培養上清中に産生された NO は Griess 試薬を用いた NO_2^- の測定により行った。T 細胞クローニングの増殖応答は 3H -TdR の取り込みにより測定した。

[成績]

(1) MRL 104.8a 上での TCR 刺激に際し、T 細胞 (9-16 Th クローニング細胞) がいかなるリンフォカインを産生するかを解析した。IL-2 は全く検出されない一方、多量の IFN- γ と TNF- α 活性が検出された。それぞれの産生は mRNA の発現によっても確認された。(2) TCR 刺激により誘導される IFN- γ 産生が、このモデルにおける T 細胞死／T 細胞増殖抑制に関与する可能性を検討した。抗 IFN- γ 抗体添加により IFN- γ 活性を中和したこと、T 細胞死又は増殖抑制の回避が認められた。(3) 次に IFN- γ がストローマに作用して、T 細胞死／T 細胞増殖抑制を誘導する可能性を検討した。抗原刺激の代わりに rINF- γ を (Th クローニング + ストローマ) の培養系に加

えたところ、Th クローンの細胞死が認められた。又、rTNF- α も多量に添加した場合には、rIFN- γ と同様の結果が得られた。(4)重要なことに、抗原刺激又は抗原非存在下での rIFN- γ / rTNF- α の添加によって誘導される T 細胞死／増殖抑制に相関して、培養上清に高レベルの NO 産生が検出された。(5)NO は NOS によって合成される。NOS のうち iNOS は IFN- γ 等の刺激により転写レベルで発現が増強される。そこで MRL 104.8 a ストローマにおける iNOS mRNA 発現制御を検討した。iNOS mRNA は非刺激ストローマでは全く検出されず、rIFN- γ 又は rTNF- α の刺激で発現が著明に増強した。又、T 細胞クローンとストローマとの培養で抗原添加で TCR が刺激された時、ストローマによる iNOS mRNA の発現が誘導され、且つ上清に NO が産生された。(6)NO 産生が T 細胞死を惹起することを証明するため、NOS inhibitor である L-NMMA (N-メチルアルギニン) を培養中に添加した。その結果、rIFN- γ / rTNF- α によって又は抗原添加で TCR 刺激により誘導される NO 産生が抑制され、同時に T 細胞死の回避も認められた。

[総括]

胸腺ストローマ細胞単層培養上で抗原刺激を受けた T 細胞の除去は、T 細胞によって產生される IFN- γ / TNF- α とそれらの刺激に反応して NO を产生する胸腺ストローマ細胞との相互作用によるものであること、そして NO が T 細胞の増殖抑制（細胞死）の最終的エフェクター分子として働くことが明らかになった。これら一連の現象は、胸腺ストローマ細胞上における clonal elimination の一つの分子機構を提示するものと思われる。この分子機構が胸腺で実際に作動しているか否かにつき現在更に解析を進めている。

論文審査の結果の要旨

[題名] Thymic stromal cells eliminate T cells stimulated with antigen plus stromal Ia molecules through their cross-talk involving the production of interferon- γ and nitric oxide (胸腺ストローマ細胞による抗原レセプター刺激 T 細胞除去の分子機構 : interferon- γ (IFN- γ) と一酸化窒素 (NO) の関与)

胸腺は、T 細胞の増殖／分化に必要な微小環境を提供する器官である。胸腺における T 細胞レパートリーの形成は、胸腺細胞上の T 細胞抗原受容体 (TCR) と胸腺ストローマ細胞上の主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) との相互作用によって引き起こされると考えられている。最近、胸腺内の CD4 $^+$ CD8 $^+$ 細胞の negative selection を誘導するとき、TCR 刺激以外に thymic APC / ストローマ由来の second signal が必要であるという報告が複数のグループによりなされている。CD28 と B7 との interaction はこの second signal の一つを提供し得ることを示す報告がある。ところが、CD28 ノックアウトマウスにおいては thymic selection は全く正常である。従って、胸腺微小環境から提供される多種の second signal の協同で negative selection を行っている可能性が考えられる。

当研究室では未熟胸腺細胞の分化誘導能を有する胸腺ストローマ細胞クローンが樹立され、このストローマ細胞クローン単層培養上において “抗原 + ストローマ細胞の Ia 分子” による TCR 刺激を受けた T 細胞が死に至る、という clonal deletion モデルが報告されていた。しかし T 細胞死が誘導されるメカニズムは不明で、本研究はこの現象の分子機構を検討した。その結果、T 細胞死は T 細胞と胸腺ストローマ細胞との相互作用によって惹起されることが示唆された。つまり、(i) 抗原 + 胸腺ストローマ細胞の Ia 分子の刺激によって T 細胞から IFN- γ / TNF- α が产生される。(ii) これらのリンフォカインが胸腺ストローマ細胞を刺激して、ストローマによる一酸化窒素 NO の产生を誘導する。NO 产生は誘導型 NO 合成酵素 (iNOS) の活性化によって引き起こされる。(iii) そして、NO が T 細胞の増殖抑制（細胞死）のエフェクター分子として働く。今回明らかにされたこれら一連の現象は、胸腺ストローマ細胞上における clonal elimination の一つの分子機構を提示するものと思われる。そして、胸腺ストローマ細胞により产生される NO が negative selection に必要な second signal に成り得ることも示唆された。従って、本研究は胸腺における clonal deletion の分子機構を今後詳細に検討してゆく上で重要な知見を提供するものと考えられる。