



Title	睨島 β 細胞特異的CD4 T細胞クローンを用いたNOD-scid マウスへの糖尿病移入
Author(s)	吉田, 謙二
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39826
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	吉 田 謙 二
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 3 8 0 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 医学研究科病理系専攻
学 位 論 文 名	膵島β細胞特異的 CD 4 T細胞クローンを用いた NOD-scid マウス への糖尿病移入
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 岸 本 忠 三 (副査) 教 授 平 野 俊 夫 教 授 宮 坂 昌 之

論 文 内 容 の 要 旨

【目的】

I 型糖尿病は自己反応性 T 細胞による膵ランゲルハンス島 β 細胞の破壊の結果引き起こされる一種の自己免疫疾患である。発症機序は大きく 2 つのステージ、すなわち、自己の成分に反応する T 細胞が膵島に存在する自己抗原を認識して活性化される初期相と自己免疫性膵島炎が起こった後、膵島 β 細胞が完全に破壊され、糖尿病が発症するまでのエフェクター相に分けることができる。後者の機構を *in vivo* で解明するために、I 型糖尿病モデル NOD マウスより NOD-scid マウスを作製し、それをレシピエントとして、NOD マウス由来の種々のリンパ球集団あるいは膵島反応性 CD 4 T 細胞クローンを移入し、糖尿病再構築実験を行った。また、さらに、これら膵島反応性 CD 4 T 細胞の機能的多様性を解析した。

【方法ならびに結果】

NOD-scid マウスの作製：CB17-scid マウスを NOD マウスに戻し交配することにより NOD-scid マウスを作製した。N 3～N 4 世代で NOD-scid マウスの scid/+ の雌の約 60% 以上が糖尿病を発症し、疾患感受性遺伝子の全てを有していると考えられた。移入実験には、N 6 世代以上の NOD-scid マウスを用いた。

NOD マウス脾細胞の移入：20 週令以上の雌の NOD マウス脾細胞より MACS (magnetic cell separation) を用いて T 細胞、CD 4 T 細胞、CD 8 T 細胞集団に分離した。各々の細胞を NOD-scid マウスに静注し、21 日および 35 日後にシクロフォスファミド (CY) 処理し、糖尿病の発症を調べた。NOD マウス脾細胞および T 細胞を移入した場合、7 週目までに全てのマウスが糖尿病を発症した。CD 4 T 細胞を移入した場合、脾細胞および T 細胞を移入した場合に比して糖尿病発症が遅れたが、糖尿病を誘導することができた。しかし、CD 8 T 細胞を移入したレシピエントは糖尿病を発症しなかった。

膵島反応性 CD 4 T 細胞クローンの移入：5 種の膵島反応性 CD 4 T 細胞クローン (4-1-K1, 4-1-E2, 7-10-D3, 4-1-G4, 4-1-L6) を使用した。単独移入の場合には各クローン 4×10^6 個を 2 週間に 3 回腹腔内に移入し、最後の移入から 3 週間後に膵島炎を調べた。次いで、単独移入で最も強い膵島炎を誘導することのできた 4-1-L6 T 細胞クローンについては同様の細胞数を 9 回移入する実験も行った。さらに、これらの T 細胞クローンを混ぜ、同様に腹腔内に移入し、糖尿病の発症を調べた。膵島反応性 CD 4 T 細胞クローンを単独で移入することにより、NOD-scid マウスに膵島炎を誘導することができ、T 細胞クローン浸潤部位での β 細胞の消失

が見られた。しかし、その程度は個々のT細胞クローンにより異なり、糖尿病発症までは至らなかった。また、9回移入した場合も、3回移入に比して強い膵島炎が観察されたが、全く浸潤していない膵島も認められ、糖尿病発症まで至らなかった。これらのT細胞クローンのうち4種を混ぜて移入した場合、T細胞クローンの浸潤している膵島の割合が単独移入では20%~60%であるのに対し約80%と高く、さらに観察を続けると8週目までに全てのマウスが糖尿病を発症した。

NODマウス由来T細胞と膵島反応性CD4 T細胞クローンとの同時移入：NODマウス脾臓より分離したCD4 T細胞またはCD8 T細胞をNOD-scid マウスに静注し、さらに、膵島反応性CD4 T細胞クローンの1つである4-1-E2 T細胞クローンを腹腔内に移入し、21日および35日後にCY処理し、糖尿病の発症を調べた。膵島反応性CD4 T細胞クローンとNODマウスCD4 T細胞を同時に移入すると、NODマウスCD4 T細胞の単独移入よりも糖尿病の発症が早くなり、36日目までに全てのマウスが糖尿病を発症した。一方、膵島反応性CD4 T細胞クローンとNODマウスCD8 T細胞を同時に移入した場合、糖尿病を発症するマウスは観察されなかった。以上の結果から、膵島反応性CD4 T細胞クローンは他のCD4 T細胞と協調して効率良く膵島を破壊することが明らかとなった。

膵島反応性CD4 T細胞クローンの機能解析：膵島反応性CD4 T細胞クローンを抗CD3抗体(2C11)で刺激し、サイトカイン遺伝子の誘導をRT-PCRにより測定した。その結果、各クローンはいずれもIFN- γ を産生し、IL-4を産生しなかった。また、4-1-L6、7-10-D3および4-1-G4ではIL-6とIL-10の産生がみられた。一方、Fas発現トランスフェクタントを用いた細胞傷害性アッセイの結果、4-1-K1と4-1-E2はFas依存性細胞傷害活性を有していた。すなわち、これらのT細胞クローンは2種の機能的グループ、典型的なTh1細胞(4-1-K1、4-1-E2)とIFN- γ に加えIL-6とIL-10を産生するT細胞(4-1-L6、7-10-D3、4-1-G4)に分かれることが判明した。

【総括】

これまでの糖尿病の移入実験では、内因性リンパ球の関与の可能性が捨てきれないものであった。そこで、我々はこの可能性をなくすためにT細胞およびB細胞の欠損するNOD-scid マウスを作製し、このマウスをレシピエントとした糖尿病の再構築実験を試みた。その結果、NODマウスの糖尿病移入にはB細胞は関与しておらず、CD4 T細胞のみでも膵島 β 細胞を破壊し、糖尿病を発症させることができることが明らかとなった。この結果は、CD4 T細胞クローンをを用いた実験によって確認されたが、T細胞クローンで糖尿病を誘導するには複数のクローンを同時に移入することが必要であった。糖尿病移入に複数のT細胞クローンが必要である理由として現在2つの可能性が考えられる。まず第1に自然発症の膵島炎における浸潤T細胞のTCRが非常に多様であることが知られており、今回用いたT細胞クローンも異なるTCRを発現していることから、糖尿病に至る膵島破壊には多様な特異性を持つT細胞集団が必要なのかもしれない。第2に今回の解析から、T細胞クローンは2種の機能的グループに分けられることが明らかになった。したがって、このような異なる機能を持つCD4 T細胞の協調が効率的な糖尿病の発症に関与している可能性も十分考えられる。

論文審査の結果の要旨

ヒトのI型糖尿病の発症機構ならびにその治療法を確立する上で、ヒトのそれと同様な病態を示すNODマウスを用いた実験は非常に有用である。本研究では、I型糖尿病の膵島炎から糖尿病発症に至る機構をin vivoで解析するために、これまでに行われてきたin vivoでの糖尿病移入実験における問題点を解消する方法として、NODマウスの遺伝的背景を持つT細胞およびB細胞が欠損したSCIDマウスを作製し、種々の細胞を移入することによる糖尿病再構築実験を行い、CD4 T細胞のみで糖尿病を誘導する系を確立した。また、この系を用いて、膵島細胞にMHCクラスII-A分子拘束的に反応するCD4 T細胞クローンでも膵島炎を誘導できるが、糖尿病を誘導するには複数のT細胞の同時移入が必要であることを示した。さらに、膵島反応性CD4 T細胞クローンの機能を解析し、用いたT細胞クローンは少なくとも、典型的なTh1 T細胞でFas依存性細胞傷害活性を示すクローンとTh1細胞が産生するサイトカインの他にIL-6およびIL-10を産生するクローンの2つのグループに分けられることを明らかにした。

した。これらのクローンはいずれも異なるT細胞レセプターを発現していることが明らかとなっている。従って本研究は、NODマウスにおける効率的な糖尿病発症には、膵島反応性CD4 T細胞の特異性の多様性だけでなく、それらの機能的多様性も大きく寄与している可能性を示唆しており、I型糖尿病の治療法を考える上でも重要な知見と考えられ、十分学位に値するものである。