

# HIV/AIDS 백신

## HIV/AIDS Vaccine

최 준 용 | 연세의대 내과 / 에이즈 연구소 | Jun Yong Choi, MD

Department of Internal Medicine and AIDS Research Institute, Yonsei University College of Medicine

E-mail : seran@yumc.yonsei.ac.kr

J Korean Med Assoc 2007; 50(4): 337 - 342

### Abstract

Recent researches have suggested approaches to HIV immunization that might result in at least a partially effective vaccine against infection with HIV-1. In particular, advances in our understanding of animal models, the vaccine-elicited cellular immunity and neutralizing antibody provide rational strategies for the development of this vaccine. Some advanced-phase clinical trials of HIV vaccine are ongoing. Although the creation of an effective HIV-1 vaccine remains an enormous challenge, the continuing progress in these areas provides a reason to be optimistic about our ultimate ability to control the spread of AIDS.

**Keywords :** Human immunodeficiency virus; HIV; Acquired immunodeficiency syndrome; AIDS; Vaccine

**핵심용어 :** 에이즈; 후천성면역결핍증; 사람면역결핍바이러스; 백신

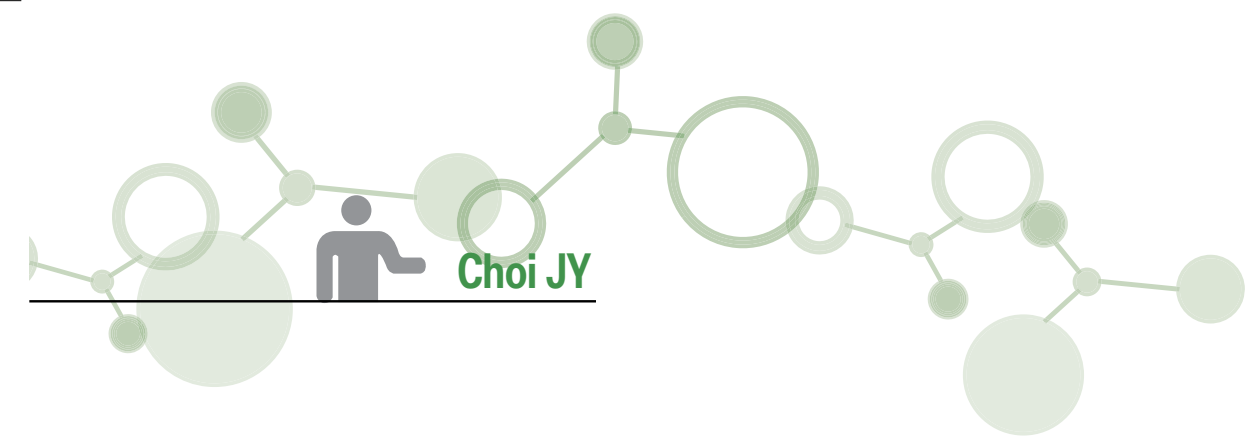
### 서론

1980년대 초에 사람면역결핍바이러스(human immunodeficiency virus, HIV)가 후천성면역결핍증(acquired immunodeficiency syndrome, AIDS)의 원인 병원체라는 사실이 밝혀진 이후 지금까지 많은 과학자들이 HIV 백신을 개발하기 위해 연구를 지속해왔다. 20년이 지난 지금까지 HIV 백신 개발을 위한 주목할 만한 연구 성과들이 축적되었지만 연구자들의 노력에도 불구하고 아직까지 성공적인 HIV 백신은 개발되지 않았다.

미생물의 예방을 위한 지난 과거에 성공하였던 백신들을 돌아볼 때 두창(smallpox) 백신은 의학 역사에 가장 성공적인 백신 중 하나다. 두창 백신을 개발한 Edward Jenner는 낙농장에서 일하는 여자들이 전에 우두(cowpox)에 걸린

경우 두창 감염에 걸리지 않는 현상을 관찰한 데서 우두 바이러스가 두창 바이러스와 면역학적으로 교차반응을 나타낸다는 것을 알았고, 두창 감염 예방을 위해 우두 바이러스를 이용할 수 있다는 것도 알게 되었다. Jenner가 관찰했던 낙농장 여자들은 백신 개발에 필요한 주요 정보인 ‘방어 집단’을 상징했던 것이다. 그러나 공교롭게도 이러한 대표성을 가진 ‘방어 집단’을 HIV 감염에서는 찾기 어렵고 그렇기 때문에 방어와 관계되는 면역학적 요소도 쉽게 규명되지 않았다. 어떠한 면역학적 요소가 방어와 관련되는지를 규명하는 것은 백신 개발에 있어서 필수적인 요소인데 HIV 감염을 방어하는 핵심적인 면역학적 요소를 규명하는 것은 매우 어려운 연구 과제였다. 최근의 연구 결과들을 통해 중요한 면역학적 요소들이 밝혀졌다.

HIV 백신을 개발하기 위해서는 사람에서 HIV가 감염되



었을 때 나타나는 현상들을 재현할 수 있는 동물 모델이 필요하다. HIV 감염의 동물 모델은 매우 제한되어 있으며 현재 사용되고 있는 동물 모델을 개발하는 것은 매우 어려운 과제였다.

폭넓고 장기간 지속적인 면역을 유도하는 면역원을 규명하는 것도 어려운 과제다. 또한 바이러스의 유전적 다양성이 백신 개발을 어렵게 하는 또 하나의 요인이다. HIV는 역전사(reverse transcription)라는 고유의 과정을 거치면서 다양한 변이를 나타내고 quasispecies를 형성한다. 그 다양성이 매우 심하여 인간면역결핍바이러스는 여러가지 바이러스 중에 광범위하게 효과가 있는 백신을 생산하기 매우 어렵다.

본 특집에서는 HIV 백신 개발을 위한 연구 성과와 해결되지 않은 문제점들을 기술하고 최근의 임상연구 성과들을 제시하겠다.

## HIV 동물 모델

모든 백신의 개발은 적합한 동물 모델을 통한 평가가 필수적이다. HIV는 렌티바이러스에 속하는데 이는 숙주가 제한되어 있어서 사람이나 영장류에서만 감염되고 다른 소동물들에게는 감염되지 않는다. 따라서 마우스는 HIV 백신 개발을 위한 동물 모델로 활용될 수 없다. 몇몇 소동물들이 HIV 백신을 위한 모델로 개발되었지만 사람에서 HIV가 감염되고 증식하는 과정은 매우 복잡하며 소동물에서 그 현상을 재현하기는 거의 불가능하여 효용성은 매우 제한적이다(1). 또한 HIV는 원숭이에서 증식하지 않으며 침팬치에 감염되긴 하지만 매우 낮은 바이러스혈증만을 유발하며 질병을 유발하지 않는다(2).

HIV 백신 개발을 위한 중요한 연구 성과 중 하나는 아시아 짧은꼬리원숭이(Asian macaque monkey)를 이용한 유인원 면역결핍바이러스(simian immunodeficiency virus, SIV) 모델의 개발이다(3). SIV는 HIV와 유전자 서열이 유사하며 아시아 짧은꼬리원숭이에 감염되어 HIV 감염과 유사한 면역결핍증을 유발한다. 또한 SIV 골격에

HIV 유전자를 재조합한 유인원 사람 면역결핍바이러스(simian human immunodeficiency virus, SHIV)가 실험실에서 개발되었고 동물 모델에 적용되었다(4).

이러한 유인원을 이용한 렌티바이러스 감염 모델은 HIV의 면역병리 기전을 이해하는 데 많은 공헌을 하였다. 그러나 임상적 증상과 병리적 현상 중에서 여러 가지 공통점들이 있음에도 불구하고 백신의 효과에 영향을 주는 몇가지 다른 점들도 존재한다(5, 6). 예를 들어 두 바이러스에서 Vpr의 기능이 서로 다르다. 또한 종간에 바이러스에 대한 숙주 반응이 다소 차이가 있다. 따라서 HIV의 백신 개발에는 동물 모델을 이용한 연구가 필수적이지만 인간을 대상으로 하는 임상연구가 불가피하다.

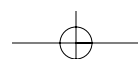
## HIV 감염의 방어에 관여하는 면역학적 요소들

### 1. 중화 항체

이론적으로 HIV 백신은 바이러스에 대한 중화 항체(neutralizing antibody)를 유발하는 것이 중요하다. 이러한 항체는 면역기억 B 세포에 의존한다. 면역기억 B 세포는 장기간 생존하다가 항원에 다시 노출되었을 때 항체를 생성하는 형질세포(plasma cell)로 분화하여 결국 장기간 숙주 방어에 기여하게 된다. 항체의 장점은 숙주 세포를 바이러스가 감염시키기 전에 바이러스를 비활성화 시킬 수 있다는 것이다.

항체의 또 다른 바이러스 방어작용 기전은 보체계, 중성구, 단핵구를 포함한 체내 염증 반응에 영향을 주어 이루어진다. 그러므로 항체가 바이러스를 직접 중화시키지 못하더라도 이러한 염증 반응의 증폭을 통해서 방어작용을 할 수 있는 것이다.

효과적인 HIV 백신 개발의 중요한 과제는 광범위한 중화 항체를 유발하는 면역원을 개발하는 것이었으며 HIV 백신 개발의 초기에 연구된 후보들은 대부분 광범위한 중화 항체의 유발을 목표로 하였다(7). 1990년대에 영장류 모델에서 중화항체가 렌티바이러스 감염을 예방할 수 있다는 것이 규





명되었다(8~10). 그 후 다양한 면역원 단백질과 보조제(adjuvant)를 이용하여 중화체를 유도하기 위한 시도가 있었다. 이들은 대부분 매우 안전하였는데 높은 농도의 항체 반응을 광범위하게 지속적으로 유도하는 것은 매우 어려운 과제이다(11~13).

HIV의 세포 외피(envelope) 단백질에 대한 항체를 생산하는데 성공하였으나 이러한 항체의 효과는 제한적이다. 그 이유는 실험실 종의 바이러스는 중화할 수 있지만 일차 분리주에는 효과가 없고 종특이 반응만 나타내기 때문이다. 몇가지 광범위한 중화 단일클론성 항체가 다양한 종의 바이러스를 중화하는 것으로 알려졌지만 아직까지 이러한 반응을 유발시킬 수 있는 확실한 면역원을 찾지는 못하였다. 다양한 HIV 종간의 광대한 유전적 다양성이 면역원을 찾는 데 어려움을 더한다(14).

또한 최근의 연구들에 의하면 항체 면역 반응의 압력이 지속되면 항체가 중화시키지 못하는 변이가 선택되어 증식하게 되고 이러한 기전으로 중화 항체의 면역 반응을 탈출하게 된다(15).

## 2. 세포독성 T 림프구

중화 항체의 유도가 HIV 백신 개발을 위한 과거의 전략이었다면 최근의 HIV 백신 개발 전략에 있어서는 세포독성 T 림프구(cytotoxic T lymphocyte, CTL) 반응의 유도가 중요하다. 최근 진행 중인 임상 연구 후보들 중 대부분이 HIV 특이 CTL 반응을 유도하도록 설계되었다.

CTL은 외부 항원을 표현하는 세포를 인식하고 결합하여 살해한다. 바이러스 감염에서 방어 면역의 역할을 한다는 것은 이미 알려진 사실이다. CTL 반응을 일으키는 특정 면역원은 감염된 세포가 인식되고 제거되도록 한다. HIV 백신은 CTL 반응을 일으키는 것이 바람직한데, 그 이유는 바이러스를 생산하는 세포를 살해함으로써 CTL은 바이러스 생산을 감소시키거나 제거시킬 수 있기 때문이다. HIV 감염을 억제시키는 데 있어서 CTL 반응의 중요성은 임상 연구와 인간 외의 영장류 연구에서 밝혀졌다. 감염되지 않은 윤락 여성에서는 강한 CTL 반응과 HIV의 저항성을 관찰할 수 있었다(16, 17).

만성적으로 SIV에 감염된 원숭이 연구에서는 원숭이에서 CD8+ T 세포를 실험적으로 제거했을 때 바이러스 증식이 매우 증가하는 것을 볼 수 있었다(18).

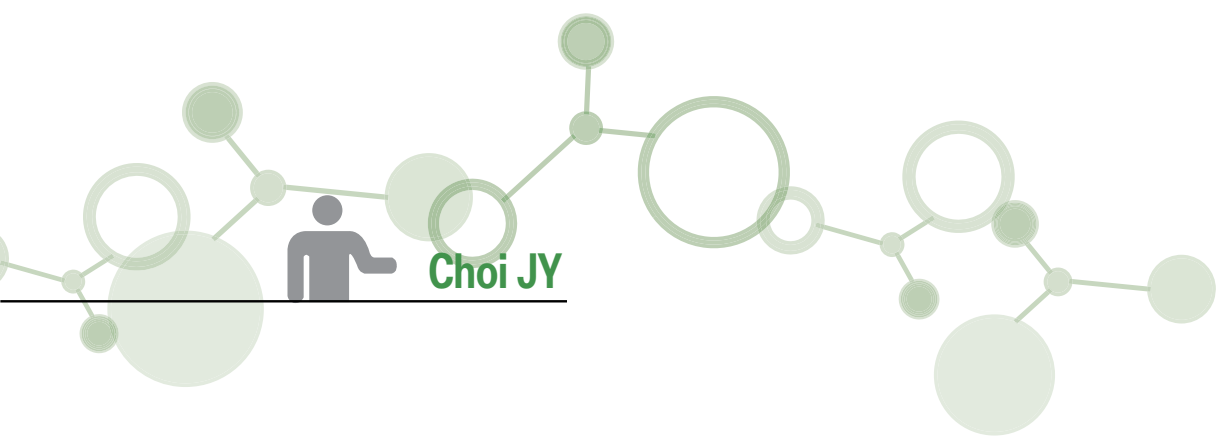
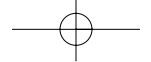
바이러스 억제에 CTL이 중요하다는 것을 인식함에도 불구하고 백신으로 인하여 CTL이 장기간 활성화된 상태로 유지될 수 있는지는 불확실하다. 또한 CTL 반응에 의존하는 백신들도 바이러스의 적응으로 인하여 T 세포의 탐지에서 벗어나는 경우에는 효력을 발휘하지 못한다(19). 초기 감염자에서 CTL의 압력으로 인해 항원결정기(epitope)의 변이가 선택되고 이러한 탈출 변이(escape mutant)가 출현하게 되면 바이러스가 빠르게 증식하면서 HIV 감염의 임상경과가 악화된다.

## HIV 백신의 종류

HIV 백신으로는 지금까지 여러 유형의 백신이 디자인되었는데, 현재까지 연구되어온 것으로는 불활성 전체 바이러스(whole inactivated vaccine), 생체조합 바이러스(live, recombinant vaccine), 생약독화 바이러스(live, attenuated vaccine), 소단위(subunit vaccine), 합성펩타이드(synthetic peptide vaccine), 그리고 DNA 백신 등이 있다(20).

이들 중 약독화 생백신이 가장 강력한 면역반응을 유도하는 것으로 증명되었지만 안전성에 문제가 있어 실용화되기에는 어려울 가능성이 있다. 재조합 벡터 백신은 약독화 생백신보다 면역반응은 약하게 유도하지만 상대적으로 안전하다. 그러나 어린 아이나 면역체계가 약화된 사람에게는 치명적일 수 있다.

바이러스를 직접 백신으로 쓰는 대신 바이러스 유전자의 일부분을 이용하는 DNA 백신의 경우 항원특이 면역 반응의 세기는 위의 두 백신 방법보다 상대적으로 약하지만 HIV 감염에 대한 방어 면역 반응으로 추정되는 CD8 + CTL과, Type 1 CD4 + T 세포 면역반응을 특이하게 잘 유도할 수 있다. 그러나 DNA 백신이 실제적으로 예방 및 치료효과를 나타내기 위해서는 DNA 백신의 효능을 증가시켜야 할 뿐 아니라 안전성에 대한 잠재적인 문제점들을 해결하여야 할 것이다.



**Table 1.** HIV vaccines that are currently in large clinical trials for immunogenicity and efficacy

Vaccine candidate	Antigen (HIV-1 clade)	Manufacturer	Trial start date
Prime with canarypox vector expressing HIV-1 genes	env (B,E), gag / Pol(B)	Sanofi-Pasteur	October 2003
Boost with gp120 protein	Gp120 (B, E)	Vaxgen	
Replication-defective adenovirus serotype 5 expressing HIV-1 genes	gag, pol, nef (B)	Merk	December 2004
Prime with plasmid DNA encoding HIV-1 genes	gag, pol, nef (B), env(A, B, C)	Vical, Vaccine Research Center	September 2005
Boost with replication-defective adenovirus serotype 5 expressing HIV-1 genes	gag, pol (B), env (A, B, C)	GenVec, Vaccine Research Center	

Further information on ongoing trials of preventive AIDS vaccines can be found in the 2006 International AIDS Vaccine Initiative report

임상 연구 결과

HIV 외피는 HIV 감염에서 중화 항체의 주된 표적이다. HIV의 외피 단백 중 gp160이나 gp120을 중화시키는 백신의 임상 연구는 다수 있는데 거의 모든 연구 대상에서 중화 항체가 생산되었다. 그러나 그러한 항체들이 HIV의 일차 분리주를 상대로 교차 반응은 거의 나타내지 않았다. 최근 연구로 VaxGene사의 AIDSVAXR는 미국과 태국에서 효과가 연구되었는데 gp120 2가지가 포함된 백신이며 한가지는 HIV의 B형 실험실 분리주이고 다른 한가지는 B 혹은 E형 분리주이다. AIDSVAXR의 임상 연구 결과는 유효성이 없는 것으로 나타나 전 세계 연구자들에게 깊은 실망감을 안겨주었다(21, 22).

아직까지는 바이러스 외피의 펩타이드와 중심 단백질에 의해서 유도되는 중화 항체와 세포독성 T 세포(cytotoxic T lymphocytes, CTL)의 작용과 발현되는 양은 실망스러운 수준이다. 그러나 펩타이드의 지방화는 면역능을 증강시키는데 효과가 있을 가능성을 보이고 있다. Env, gag, nef 단백질로부터 생산된 lipopeptide는 연구대상 환자들의 2/3에서 한가지 이상의 펩타이드로 CTL을 유도시킬 수 있었다(20). 새로운 면역 보조제, 사이토카인들도 연구되고 있다.

한가지 이상의 HIV 유전자를 발현하는 생-제조합형의 바이러스가 미래에 성공 가능한 백신 후보 중 하나이다(20). 임상 연구가 시행된 최초의 HIV 제조합형의 바이러스 백신은 HIV gp160 외피 단백을 발현하는 약독화 우두 백신이었다. 그 후로 HIV env, gag-pol 유전자를 발현하는 더욱 복잡한 제조합형의 우두 백신의 임상 연구들이 이어졌다. 대상인들

에서 중화 항체는 생성되었으나 CTL 유도는 제한적이었다.

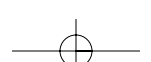
면역이 결핍된 환자들에서 우두 백신은 독성을 나타낼 수 있기 때문에 연구자들의 관심은 인간 세포에서 복제할 수 없거나 거의 복제가 불가능한 제조합형의 바이러스 백신을 연구하는 방향으로 돌려지게 되었다. 이러한 제조합형의 백신은 유전자가 완전한 복제를 하기에 부족한 구성을 갖게 된다. 임상연구 중 가장 큰 연구가 Aventis Pasteur사의 canarypox 제조합형 백신인 ALVACR 백신 연구이다(23). 다섯가지 canarypox 제조합형 유전자들 혹은 그 것들의 조합과 gp120 아단위 백신의 결합으로 만들어진 백신들의 임상 연구에서는 HIV 특이 CTL 반응은 대상자들의 1/3~1/2에서만 나타났지만, gp120의 추가 접종으로 중화 항체 유도와 보조 T 세포 반응의 유도가 동시에 일어나는 것은 ‘감작-추가 접종’의 방법이 희망적이라는 것을 알려주었다.

Table 1에 최근 진행되고 있는 대표적인 임상 연구들을 정리하였다(24). 이 외에도 여러 임상 연구들이 다양한 나라에서 진행 중이다.

결론

최근 백신의 후보들은 급격히 증가하였다. 최근 후보 백신들의 특징은 여러가지 유전자를 발현하도록 디자인되는 경향이 있으며 특히 여러가지 물질들을 결합해서 만든 백신들이 늘어나고 있다.

HIV 백신 개발의 목표가 감염 자체로부터 방어를 하는 것인지, 감염은 조기에 되더라도 수 개월 내에 바이러스가 제거되는 것인지, 감염이 되고 바이러스가 지속적으로 검출

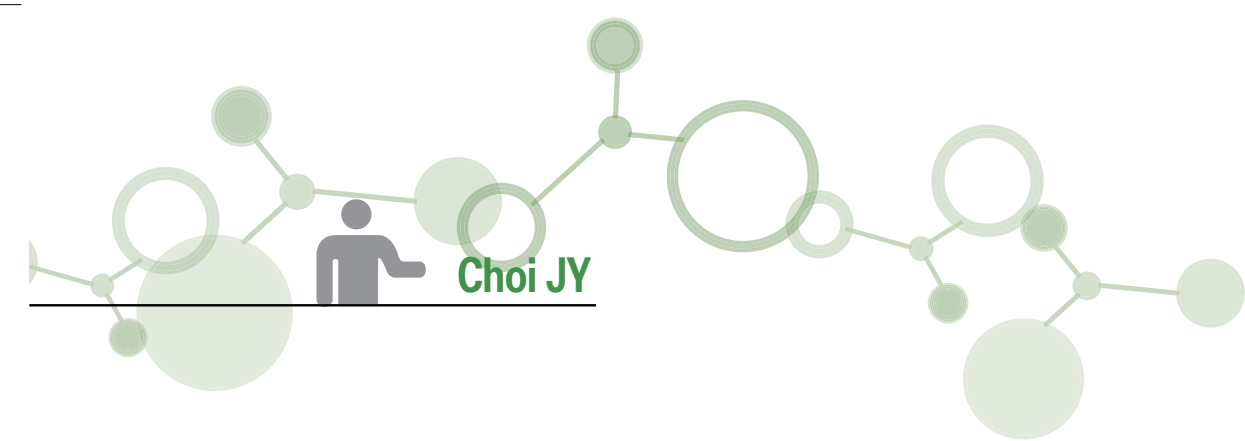




되더라도 낮은 정도로 유지되는 것인지 혹은 감염이 되더라도 바이러스 전파가 일어나지 않을 정도로 유지되는 것인지의 개념이 각각 다르기 때문에 ‘성공적인 백신’의 정의도 각각 다를 수 있다. 성공적인 HIV 백신 개발을 하는 데 극복해야 할 장애는 아직도 많은데, 여러 장애들을 극복하기 위한 노력들이 진행중이며 ‘성공적인 백신’의 개발이 조만간 달성될 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

1. Borkow G. Mouse models for HIV-1 infection. *IUBMB Life* 2005;57:819-823.
2. Sharp PM, Shaw GM, Hahn BH. Simian immunodeficiency virus infection of chimpanzees. *J Virol* 2005;79:3891-3902.
3. Letvin NL, King NW. Immunologic and pathologic manifestations of the infection of rhesus monkeys with simian immunodeficiency virus of macaques. *J Acquir Immune Defic Syndr* 1990;3:1023-1040.
4. Reimann KA, Li JT, Vaazey R, Halloran M, Park IW, Karlsson GB, Sodroski J, Letvin NL. A chimeric simian/human immunodeficiency virus expressing a primary patient human immunodeficiency virus type 1 isolate env causes an AIDS-like disease after in vivo passage in rhesus monkeys. *J Virol* 1996;70:6922-6928.
5. Le Rouzic E, Benichou S. The Vpr protein from HIV-1: distinct roles along the viral life cycle. *Retrovirology* 2005;2:11.
6. Joag SV. Primate models of AIDS. *Microbes Infect* 2000;2:223-229.
7. Plotkin SA. Immunologic correlates of protection induced by vaccinin. *Pediatr Infect Dis J* 2001;20:63-75.
8. Mascola JR, Lewis MG, Stiegler G, Harris D, VanCott TC, Hayes D, Louder MK, Brown CR, Sapan CV, Frankel SS, Lu Y, Robb ML, Katinger H, Birx DL. Protection of macaques against pathogenic simian/human immunodeficiency virus 89.6PD by passive transfer of neutralizing antibodies. *J Virol* 1999;73:4009-4018.
9. Conley AJ, Kessler JA II, Boots LJ, McKenna PM, Schleif WA, Emini EA, Mark GE III, Katinger H, Cobb EK, Luncford SM, Rouse SR, Murthy KK. The consequence of passive administration of an anti-human immunodeficiency virus type 1 neutralizing monoclonal antibody before challenge of chimpanzees with a primary virus isolate. *J Virol* 1996;70:6751-6758.
10. Emini EA, Schleif WA, Nunberg JH, Conley AJ, Eda Y, Tokiyoshi S, Putney SD, Matsushita S, Cobb KE, Jett CM, Eichberg JW, Murthy KK. Prevention of HIV-1 infection in chimpanzees by gp120 V3 domain-specific monoclonal antibody. *Nature* 1992;355:728-730.
11. Gilbert PB, Chiu YL, Allen M, Lawrence DN, Chapdu C, Israel H, Holman D, Keefer MC, Wolff M, Frey SE; NIAID HIV Vaccine Trial Network. Long-term safety analysis of preventive HIV-1 vaccines evaluated in AIDS vaccine evaluation group NIAID-sponsored phase I and II clinical trials. *Vaccine* 2003;21:2933-2947.
12. de Bruyn G, Rossini AJ, Chiu YL, Holman D, Elizaga ML, Frey SE, Burke D, Evans TG, Corey L, Keefer MC. Safety profile of recombinant canarypox HIV vaccines. *Vaccine* 2004;22:704-713.
13. Gupta K, Hudgens M, Corey L, McElrath MJ, Weinhold K, Montefiori DC, Gorse GJ, Frey SE, Keefer MC, Evans TG, Dolin R, Schwartz DH, Harro C, Graham B, Sperarman PW, Mulligan M, Goepfert P; AIDS Vaccine Evaluation Group. Safety and immunogenicity of a high-titered canarypox vaccine in combination with rgp120 in a diverse population of HIV-1-uninfected adults: AIDS Vaccine Evaluation Group protocol 022A. *J Acquir Immune Defic Syndr* 2002;29:254-261.
14. Duerr A, Wasserheit JN, Corey L. HIV vaccines: new frontiers in vaccine development. *Clin Infect Dis* 2006;43:500-511.
15. Wei X, Decker JM, Wang S, Hui H, Kappes JC, Wu X, Salazar-Gonzalez JF, Salazar MG, Kilby JM, Saag MS, Komarova NL, Nowak MA, Hahn BH, Kwong PD, Shaw GM. Antibody neutralization and escape by HIV-1. *Nature* 2003;422:307-312.
16. Rowland-Jones S, Sutton J, Ariyoshi K, Dong T, Gotch F, McAdam S, Whitby D, Sabally S, Gallimore A, Corrah T, Takiguchi M, Schultz T, McMichael A, Whittle H. HIV-specific cytotoxic T-cell in HIV-exposed but uninfected Gambian woman. *Nat Med* 1995;1:59-64.
17. Rowland-Jones S, Dong T, Fowke KR, Kimani J, Krausa P, Newell H, Blanchard T, Ariyoshi K, Oyugi J, Ngugi E, Bwayo J, MacDonald KS, McMichael AJ, Plummer FA. Cytotoxic T cell response to multiple conserved HIV epitopes in HIV-1 resistant prostitutes in Nairobi. *J Clin Invest* 1998;102:1758-1765.
18. Kannagi M, Chalifoux LV, Lord CI, Letvin NL. Suppression of simian immunodeficiency virus replication in vitro by CD8+ lymphocytes. *J Immunol* 1988;140:2237-2242.
19. Goulder PJ, Phillips RE, Cobert RA, McAdam S, Oqq G, Nowak MA, Giangrande P, Luzzi G, Morgan B, Edwards A, McMichael AJ, Rowland-Jones S. Late escape from an immunodominant cytotoxic T-lymphocyte response associated with progression to AIDS. *Nat Med* 1997;3:212-217.
20. Plotkin SA, Orenstein WA, eds. *Vaccine*, 4th ed. Pennsylvania: Elsevier, 2004:1219-1258.
21. Pitisuttithum P, Gilbert P, Gurwith M, Heyward W, Martin M,



- van Griensven F, Hu D, Tappero JW, Coopanya K. Randomized, double-blind, placebo-controlled efficacy trial of a bivalent recombinant glycoprotein 120 HIV-1 vaccine among injection drug users in Bangkok, Thailand. *J Infect Dis* 2006; 194:1661-1671.
22. Flynn NM, Forthal DN, Harro CD, Judson FN, Mayer KH, Para MF; The rgp120 HIV Vaccine Study Group. Placebo-controlled phase 3 trial of a recombinant glycoprotein 120 vaccine to prevent HIV-1 infection. *J Infect Dis* 2005;191:654-665.
23. Goepfert PA, Horton H, McElrath MJ, Gurunathan S, Ferrari G, Tomaras GD, Montefiori DC, Allen M, Chiu YL, Spearman P, Fuchs JD, Koblin BA, Blattner WA, Frey S, Keefer MC, Baden LR, Corey L; NIAID HIV Vaccine Trial Network. High-dose recombinant Canarypox vaccine expressing HIV-1 protein in seronegative human subjects. *J Infect Dis* 2005; 7:1249-1259.
24. Letvin N. Progress and obstacles in the development of an AIDS vaccine. *Nat Rev Immunol* 2006;6:930-939.



## Peer Reviewer Commentary

### 이 주 실 (질병관리본부 면역병리센터)

본 논문은 1981년 AIDS가 보고되고 1983년에 원인 병원체인 HIV가 발견된 이후에 전 세계적으로 연구가 집중되었으나 아직도 개발하지 못한 AIDS/HIV 백신에 대한 현재까지의 연구 성과와 문제점, 최근의 임상 성과를 기술하고 있다. 본 논문에서 필자는 AIDS/HIV 백신 개발을 위한 주요 사항으로 동물 모델의 개발과 HIV 감염의 방어에 관여하는 면역학적인 요소들인 중화항체와 세포독성 T 림프구의 역할을 언급하였다. 또한 이들 면역학적인 요소들을 AIDS 백신에 도입하고자 현재까지 시도된 연구와 문제점들은 정리하였다. 현재까지 개발되어 시험된 HIV 백신의 종류와 장단점, 임상결과를 보고하면서 결론적으로 HIV 백신 개발의 목표를 어떻게 정의할 것인가에 따른 다양한 접근과 성공 가능성을 예견하였다. HIV/AIDS 백신의 개발은 현재 전 세계적으로 감염되어 고통받는 4,000만 감염자와 환자의 치료백신과 지금도 매일 새로 감염되고 있는 신환자의 발생을 예방하기 위하여 예방백신 개발이 이루어져야 하며, 현재의 개념은 하나의 백신으로 모든 것을 해결하는 백신의 개발에 눈높이를 두는 것이 아니라 다양한 부분적인 해결을 목표로 여러 가지 시도가 이루어지고 있음을 고찰하고 있다.