



말기신부전 환자의 투석방법에 따른 치료성적

최 지 영^{1,2} · 박 선 희^{1,2} · 김 찬 덕^{1,2} · 조 장 희^{1,2} · 김 용 림^{1,2*} | ¹경북대학교 의학전문대학원 내과학교실, ²말기신부전 임상연구센터

Clinical outcomes by dialysis modality in patients with end stage renal disease

Ji-Young Choi, MD^{1,2} · Sun-Hee Park, MD^{1,2} · Chan-Duck Kim, MD^{1,2} · Jang-Hee Cho, MD^{1,2} · Yong-Lim Kim, MD^{1,2*}

¹Department of Internal Medicine, Kyungpook National University School of Medicine, ²Clinical Research Center for End-stage Renal Disease, Daegu, Korea

*Corresponding author: Yong-Lim Kim, E-mail: ylkim@knu.ac.kr

Received April 2, 2013 · Accepted April 16, 2013

The prevalence of hemodialysis (HD) and peritoneal dialysis (PD) as a treatment modality for end-stage renal disease (ESRD) varies among countries and is affected by non-clinical factors including insurance, the health care system, and the preferences for treatment providers rather than clinical factors. There are pros and cons to both modalities. So far, since no randomized controlled trials have succeeded in revealing which dialysis modality is better, knowledge on clinical outcomes in patients with ESRD by dialysis modality is based on the results from multi-center prospective observational studies and large-scale national registry data in each country. In prospective cohort studies in the 1990's, HD showed similar or higher mortality than PD during the first year, but PD showed higher mortality after the first year. Meanwhile, clinical outcomes of dialysis patients resulting from national registry data in the 1990's were similar for PD and HD. From national registry data after 2000, the survival of patients on both HD and PD improved rapidly. This improvement was much greater in PD, especially in the early period after initiation of dialysis. Non-diabetic patients less than 65 years old showed better outcomes with PD than HD, whereas diabetic patients aged more than 65 years old (especially females) showed better outcomes with HD than PD. A higher risk of death in diabetic PD patients, though still present in the most recent cohorts, has been progressively attenuated over time in recent cohorts.

Keywords: Patient outcome; Dialysis

서 론

말기신부전 환자를 위한 투석치료로는 혈액투석과 복막투석이 있고 투석방법에 따라 각각의 장단점이 있다. 전체 투석 환자에서 각 투석 방식이 차지하는 비율은 나라별로 다양하다. 투석 방식에 따른 치료성적 또한 나라와 연구들마다 다양하고, 연구 시기 및 대상 환자들의 특성에 따라

다를 수 있다. 본 논문에서는 투석 방식에 따른 치료성적을 연구 시기별 및 환자 특성에 따라 기술하고자 한다.

말기신부전 환자의 투석치료

말기신부전 환자를 위한 투석치료는 혈액투석과 복막투석으로 나눌 수 있다. 전체 투석환자에서 복막투석이 차지

하는 비율은 나라별로 매우 다양하여 홍콩과 멕시코에서는 각각 81.3%와 70.5%를 차지하는 반면 미국과 일본에서는 7.4%와 3.4%이고[1] 한국에서는 16.9%를 차지한다[2]. 이와 같은 비율의 차이는 의학적 요인 이외에도 국가 보험정책의 차이와 의사의 선호도에 의해 결정된다.

혈액투석과 복막투석은 각각의 장단점을 가지고 있다. 혈액투석은 기계적인 방법으로 노폐물과 수분을 제거하기 때문에 단시간에 많은 노폐물과 수분을 효율적으로 제거할 수 있다. 혈액투석을 위해서는 동정맥루 등 혈관접근로가 필요하여 혈관이 좋지 않은 환자(예를 들어 당뇨병, 말초혈관질환이 있는)의 경우 시행하기 힘들고 항상 체외혈액순환을 위하여 헤파린 등 항응고제의 사용이 필요하며 출혈성 경향을 야기할 수 있다[3,4]. 복막투석에서는 혈관접근로와 항응고제의 사용이 필요 없고 혈액역동학적으로 안정적인 수분과 노폐물의 제거가 가능하다. 집에서 투석을 시행하기 때문에 독립적인 생활이 가능하며 삶의 질이 향상될 수 있다[5]. 소아의 경우 성장에 유리하고 주사바늘을 찌를 필요가 없어 복막투석이 우선적으로 추천된다[6]. 그러나 효율성이 떨어져 몸집이 크거나 복막의 특성이 노폐물을 잘 전달하지 못하는 경우 충분한 투석적절도를 얻기 어렵다[7]. 혈액투석을 주 3회 시행하는 경우, 투석 사이의 간격은 2일 혹은 3일이 되고 투석 사이의 간격이 3일이 되는 시점에 사망률이 높아지는 현상이 나타나지만[8] 복막투석의 경우 이런 현상은 나타나지 않는다[9]. 복막투석을 장기적으로 하면 복막투석액의 포도당 성분에 의한 여러 가지 부작용이 나타나 사망률을 높일 수 있다. 흡수된 포도당은 혈당을 높일 수 있고 탄수화물의 섭취 증가로 지방 조직의 증가와 고지질혈증을 야기할 수 있다[10].

전향적 무작위배정 임상연구의 어려움과 시도

투석방법에 따른 치료성적의 비교를 위해서는 전향적 무작위배정 임상연구가 필요하다. 그러나 현재까지 보고된 전향적 무작위배정 임상연구는 초기에 종료된 한 개의 연구뿐이다. 이 연구는 the Netherlands Co-operative Study on Dialysis (NECOSAD)의 일부로 이루어졌으나 90% 이상의

투석시작 대상 환자들이 무작위배정에 반대하여 초기에 종료된 바 있다[11]. 두 가지 투석방법이 일상에 미치는 영향이 너무나 커서 환자들이 충분히 교육을 받은 후 스스로의 투석 방법에 따른 선호도가 있는 상태에서 무작위배정의 거부는 충분히 예상되는 일이고 윤리적으로도 문제가 있다. 중국에서는 무작위배정 임상연구의 실현가능성을 보는 시험적인 연구가 2008년 성공적으로 마친 바 있다(ClinicalTrials.gov identifier: NCT00510549). 이를 근거로 8,000명의 투석 신환을 대상으로 한 투석방법에 따른 치료성적 비교 전향적 무작위배정 임상연구를 기대하고 있으나 수년간 진행 정도가 알려지지 않고 있다[12].

1990년대에 시행된 전향적 코호트연구

전향적 무작위배정연구가 없는 상태에서는 전향적 코호트연구가 차선택이 될 수 있다. 전향적 코호트연구의 장점은 환자의 특징과 동반질환 등을 상세히 파악할 수 있고 정기적인 추적이 가능하다는 점이다. 따라서 환자의 특징과 동반질환의 차이에 대한 광범위한 조정이 가능하며, 차이가 나는 환자의 기저 특성의 차이를 통계적으로 보정하기 위해 사용되는 성향점수(propensity score)를 이용하여 비교분석이 가능하다. 그러나 환자의 수가 충분치 않을 때 의미 있는 통계값을 가지기 힘들고 연구진행을 위하여 비용이 많이 드는 단점이 있다[13]. 투석방식에 따른 치료성적을 비교하기 위한 전향적 연구로 미국의 81개 센터에서 시행한 CHOICE 연구결과(복막투석 274명, 혈액투석 767명)를 보면 투석 첫 1년 동안 사망률은 비슷하나 2년째부터는 복막투석의 사망률이 높은 것으로 나타난다[14]. 그러나 이 연구는 몇 가지의 한계점을 가지고 있다. 첫째, 적은 수의 환자를 대상으로 하였고, 둘째, 대상 혈액투석 환자 중 소수만 참여하였으며 참여기준이 모호한 점(recruitment bias), 셋째, 등록시점의 중간값이 투석 시작 후 45일로 투석신환이 아니거나 투석방식을 바꾼 일부 환자가 포함된 한계점을 가지고 있다. 네덜란드에서 시행된 전향적 연구인 NECOSAD(복막투석 480명, 혈액투석 742명)를 보면 다변량 Cox 비례위험모델에서 1년까지의 사망률은 혈액투석에서 높았고 2년에는

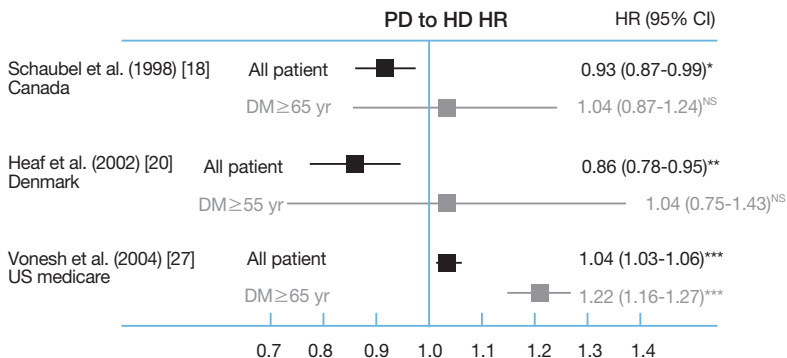


Figure 1. Mortality studies comparing peritoneal dialysis (PD) and hemodialysis (HD) in early cohort before year 2000. HR, hazard ratio; CI, confidence interval; DM, diabetes mellitus; NS, not significant. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

비슷하였으며 3년부터는 복막투석의 사망률이 높은 것으로 나타났다[15].

1990년대에 시행된 국가 레지스트리 데이터

무작위배정 임상연구가 거의 불가능하고 전향적 코호트 연구의 결과가 부족한 상황에서 대규모 레지스트리에서 나오는 연구결과들은 투석방식에 따른 사망률 비교에 중요한 근거를 제시하고 있다. 이들은 전통적으로 국가 단위로 진행되어 왔고, 후향적 연구의 한계점들을 가지고 있으며, 환자의 전반적 건강상태와 동반질환 등 중증도 및 투석방식 선택에 대한 편견과 같은 쉽게 보정이 되지 않는 투석방식의 군간 차이점을 가지고 있다[16]. 북미(미국[17]과 캐나다[18])와 유럽(네덜란드[19]와 덴마크[20])의 레지스트리 결과를 종합하면 대체로 투석방식에 따른 사망률은 비슷한 것 같다. 복막투석은 투석 시작 후 첫 1-2년 동안 혈액투석에 비하여 생존율이 좋지만, 투석기간이 증가하면 이런 장점이 사라진다. 복막투석에 의한 투석 초기의 생존을 이점은 환자의 나이가 적고, 당뇨병이나 동반질환이 없는 경우 증가한다. 미국의 자료는 다른 나라의 자료에 비하여 복막투석의 성적이 좋지 않고, 특히 65세 이상 당뇨병 환자의 경우, 복막투석 환자에서 사망률이 높다[9,13]. 그러나 65세 이상의 고령 환자를 대상으로 한 메타 분석에 의하면 복막투석과 혈액

투석 사이의 사망률과 입원율은 비슷한 것으로 나타났다[21] (Figure 1).

미국 자료에서 복막투석의 사망률이 높은 이유는 첫째, 90일 이상 생존한 환자만 자료에 등록되었으나, 90일 이내의 사망률은 혈액투석에서 월등히 높으며, 둘째, 미국 환자들이 다른 나라 환자에 비하여 현저히 비만하여 복막투석액에 의한 대사성 부작용이 더 쉽게 야기되기 때문으로 생각된다[22,23].

실제 투석시작 시점을 기준으로 분석한 미국의 Centers for Medicare and Medicaid (CMS) 자료에서는 4년 생존율이 복막투석에서 8% 좋은 것으로 나타났다[24].

당뇨병 환자에서 연령과 성별이 치료성적에 미치는 영향

당뇨병에 의한 말기신부전 환자의 사망률이 비당뇨 말기신부전 환자에 비하여 월등히 높은 것은 너무나 잘 알려져 있다. 혈액투석과 복막투석에서 당뇨병을 가진 여자 환자의 사망률이 당뇨병 남자에 비하여 높은 것도 여러 가지 보고에서 나타나고 있다. 유럽의 ERA-EDTA 레지스트리(전체 66,381명, 혈액투석 82%)를 보면 여자 당뇨병에서 남자 당뇨병에 비해 사망률이 8-15% 증가하며[25] NECOSAD(전체 1,577명, 혈액투석 63%)에서도 5년 사망률이 여자 당뇨병에서 18% 높은 것으로 알려져 있다[26]. 젊은 당뇨병 환자에서는 혈액투석에서 사망률이 높으나[17] 55세 혹은 65세 이상의 고령의 당뇨병 여자 환자에서 혈액투석에 비하여 복막투석에서 사망률이 높은 자료는 미국과 유럽의 일부 자료에서 나타난다[17,19,27]. 고령의 여성은 체질량지수와 체지방의 비율이 높고 마른 체중(lean body mass)이 낮으며 장내 지방이 증가되어 있다. 근육의 양이 적고 체지방이 증가되어 있는 고령 여성의 이러한 특징적인 신체조건은 복막투석액 내 포도당의 흡수에 의해 더 악화할 수 있고 심혈관계 합병증의 위험성을 높일 수 있다[28]. 식후혈당의 상승은

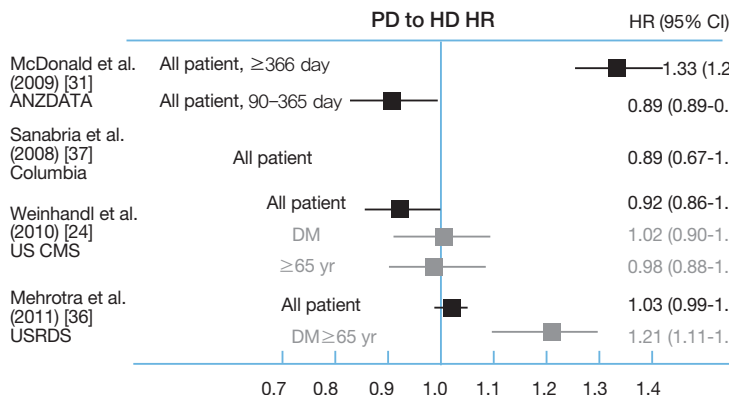


Figure 2. Mortality studies comparing peritoneal dialysis (PD) and hemodialysis (HD) in early cohort after year 2000. HR, hazard ratio; CI, confidence interval; NS, not significant; DM, diabetes mellitus; ANZDATA, Australia and New Zealand Dialysis and Transplant Registry; CMS, Centers for Medicare & Medicaid; USRDS, United States Renal Data System. * $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$.

당뇨병 환자(특히 여성)에서 심혈관계 합병증의 강력한 예측인자이다[29]. 복막투석액 내 포도당은 흡수되어 식후혈당 상승과 같은 효과를 일으킬 수 있으며 심혈관계 사망률을 높일 가능성이 있다.

2000년대에 시행된 국가 레지스트리 데이터

90년대 이후부터 투석환자의 사망률은 빠른 속도로 감소되어 사망률이 90년대 중반 한 해 환자 1,000명 중 사망자수가 260명이던 것이 2006년 228명으로 감소되었고, 투석기간이 5년 이상인 환자의 사망률도 2001년 이래 20%가량 감소되었다[30]. 특히 투석 후 첫 1-2년 동안의 사망률은 혈액투석에 비해 복막투석에서 현저히 빠른 속도로 감소하고 있고[30-32], 이런 현상은 당뇨병 환자군에서도 비슷하게 관찰되고 있다[33]. 1991년에서 2005년 사이 투석을 시작한 25,287명(혈액투석 58.3%)을 대상으로 한 Australia and New Zealand Dialysis and Transplant Registry (ANZDATA)는 호주와 뉴질랜드의 전체 투석환자를 대상으로 한 레지스트리 연구로 전체적인 사망률은 연간 100명당 16.3이었다. 투석시작 후 90일째 투석방식에 따른 성적을 보면, 1) 90일에서 365일 사이의 사망률은 복막투석에서

11% 낮았는데, 60세 이하의 동반질환이 합병되지 않는 경우 이 효과는 더 저명하였다. 2) 12개월 이후에는 복막투석의 경우 사망률이 33% 높았다. 3) 보조적인 분석으로 시행한 투석 후 첫 90일 이내의 사망률은 복막투석에서 현저히 낮았다(adjusted hazard ratio, 0.67). ANZDATA는 기본적으로 90일 이상 투석을 받고 있는 환자를 등록하고 있다. 그리고 이 환자를 대상으로 한 분석에서 첫 1년간 복막투석의 생존율 이점을 보고하고 있다. 그러나 90일 이내의 사망률까지를 감안한다면 복막투석의 생존율 장점이 조금 더 커지거나 연장

될 수 있을 것 같다[31]. 2003-2006년 코호트를 대상(전체 98,875명, 혈액투석 93.2%)으로 propensity score를 매칭한 6,337쌍의 환자(혈액투석 6,337명, 복막투석 6,337명)를 분석한 미국의 CMS 분석자료에서는 투석시작 시점(day 0)을 기준으로 치료성적을 비교하였다. 12, 24, 36, 48개월에 복막투석과 혈액투석의 누적생존율은 각각 85.8%과 80.7% ($P<0.01$), 71.1%와 68.0% ($P<0.01$), 58.1%와 56.7% ($P=0.25$), 48.4%와 47.3% ($P=0.50$)였고, 4년까지 추적 관찰된 누적생존율은 복막투석에서 8% 높았다. 이런 복막투석의 이점은 65세 미만이고 당뇨병과 심혈관계 합병증이 없는 군에서 저명하였다. 같은 연구에서 당뇨병 군에서는 투석방법에 따른 생존율의 차이가 없었다[24]. 이와 같은 복막투석의 초기 4년 정도의 생존율 이점(특히 젊고 합병증이 없는 환자에서 저명한)은 이식을 기다리는 투석환자의 경우 대단히 유리하다. 이식대기 환자는 전체 투석환자 중 비교적 젊고 합병증이 적은 환자로 구성되어 있으며[34] 국내의 뇌사 신장이식 평균 대기기간이 4.4-4.9년인 점을 감안하면[35] 신장이식 대기자의 경우 복막투석을 우선적으로 추천할 수 있다. 1996-2004년 코호트로 구성된 684,426명의 USRDS (United States Renal Data System) 투석환자(혈액투석 620,020명, 복막투석 64,406명)를 3개의 기간으로 나누어 분석한 자료를 보면, 1996-1998년 코호트에서는 혈

액투석의 5년 생존율이 좋았으나 2002-2004년 코호트에서는 5년 생존율이 두 투석방법에서 비슷하였다. 2002-2004년 코호트에서는 65세 미만의 비당뇨 환자에서 혈액투석에 비하여 복막투석에서 5년 생존율이 28% 높았고 65세 이상의 당뇨병 환자에서는 혈액투석에서 21% 높았다. 이 연구의 자료분석에서는 선택된 동반질환 정도와 propensity score로 두 치료방법을 보정하였다[36]. DOC (the Dialysis Outcomes in Columbia) 연구에서는 2001-2003년 코호트 923명(혈액투석 47.3%)을 대상으로 5년 생존율을 분석하였다. 두 치료방법에 따른 생존율의 차이는 없었으나 65세 미만의 비당뇨 환자에서는 복막투석의 5년 생존율이 혈액투석에 비하여 높았다($P < 0.03$) [37]. 2003년에 등록된 166명(혈액투석, 복막투석 각 83명; 당뇨병 22.9%)을 5년간 추적 관찰한 일본의 전향적 다기관관찰연구에서 두 치료방법간 생존율의 차이는 없었고 5년 생존율은 두 투석방법에서 각각 67.5%로 동일하였다[38]. 최근의 투석환자 생존율의 호전, 특히 복막투석에서의 빠른 호전은 감염 관련 합병증의 감소와 경험축적에 의한 복막 투석 처방을 포함한 치료의 향상 때문으로 추정된다[36,39,40] (Figure 2). 2009년부터 국내에서 진행 중인 말기신부전환자 대상 다기관 전향적 연구에 등록된 환자들의 자료분석 결과를 보면(전체 1,019명, 혈액투석 711명, 복막투석 308명), 투석방법에 따른 생존율은 차이를 보이지 않았고(2년 생존율 복막투석 74.8%, 혈액투석 66.9%), 당뇨 유무 및 연령(65세 이상 및 미만)에 따른 부분 집단 분석에서도 차이를 보이지 않았다. 그러나, 추적기간이 비교적 짧은 점을 감안한다면, 좀 더 장기간의 추적관찰 후 분석결과를 기다려 보아야 할 것이다[41].

결론 및 요약

혈액투석 및 복막투석 환자의 비율은 각 나라별로 다양하며, 의학적 요인 외의 의료보험이나 보건의료정책, 의료진의 선호도 등의 비의학적 요인으로 투석방식이 결정된다. 혈액투석과 복막투석은 각각의 장단점을 가지고 있다. 투석방법에 따른 치료성적 비교를 위해 무작위배정 전향적 임상연구가 이상적이나 현재까지 성공적인 무작위배정 전향적 연구

는 없어, 전향적 다기관관찰연구와 국가 단위의 대규모 레지스트리 결과에 근거하여 투석방법에 따른 치료성적을 말할 수 밖에 없다. 1990년대에 시행된 전향적 코호트연구에서는 투석 시작 후 1년까지는 사망률이 비슷하거나 혈액투석에서 사망률이 높았고, 이후부터는 복막투석의 사망률이 높게 나타났다. 반면, 1990년대의 국가 레지스트리 데이터의 분석결과를 보면, 투석방식에 따른 사망률은 비슷한 것으로 나타났다. 2000년 이후에 시행된 국가 레지스트리 데이터에서는 투석환자의 사망률이 빠른 속도로 감소되고 있으며, 이는 투석 초기의 복막투석환자에서 두드러진다. 현재까지의 연구결과들을 종합하면, 투석방법에 따른 치료성적은 최근 20여 년간 많은 호전이 있었으며, 특히 복막투석환자의 초기 2-4년간의 치료성적이 빠르게 향상되고 있다. 당뇨 유무 및 환자 나이에 따른 치료성적은 65세 미만의 비당뇨환자에서는 복막투석의 치료성적이 우수하고, 65세 이상의 당뇨병환자(특히 여자)에서는 혈액투석의 치료성적이 우수하다. 환자 특성과 여건에 따른 적절한 투석방법의 선택이 이루어지길 기대해 본다.

Acknowledgements

This study was supported by a grant of the Korea Healthcare Technology R&D Project, Ministry for Health and Welfare, Republic of Korea (HI10C2020) and by Kyungpook National University Research Fund, 2012.

핵심용어: 치료성적; 투석방식

REFERENCES

1. Lameire N, Van Biesen W. Epidemiology of peritoneal dialysis: a story of believers and nonbelievers. *Nat Rev Nephrol* 2010; 6:75-82.
2. Jin DC. Current status of dialysis therapy in Korea. *Korean J Intern Med* 2011;26:123-131.
3. Lilly MP, Lynch JR, Wish JB, Huff ED, Chen SC, Armistead NC, McClellan WM. Prevalence of arteriovenous fistulas in incident hemodialysis patients: correlation with patient factors that may be associated with maturation failure. *Am J Kidney Dis* 2012;59:541-549.

4. Sonawane S, Kasbekar N, Berns JS. The safety of heparins in end-stage renal disease. *Semin Dial* 2006;19:305-310.
5. Cameron JI, Whiteside C, Katz J, Devins GM. Differences in quality of life across renal replacement therapies: a meta-analytic comparison. *Am J Kidney Dis* 2000;35:629-637.
6. Schaefer F, Warady BA. Peritoneal dialysis in children with end-stage renal disease. *Nat Rev Nephrol* 2011;7:659-668.
7. Oreopoulos DG. The optimization of continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney Int* 1999;55:1131-1149.
8. Foley RN, Gilbertson DT, Murray T, Collins AJ. Long interdialytic interval and mortality among patients receiving hemodialysis. *N Engl J Med* 2011;365:1099-1107.
9. Perl J, Wald R, Na Y, Bell CM, Harel Z. Continuous mortality risk among peritoneal dialysis patients. *Arch Intern Med* 2012;172:589-590.
10. Kim YL, Cho JH, Choi JY, Kim CD, Park SH. Systemic and local impact of glucose and glucose degradation products in peritoneal dialysis solution. *J Ren Nutr* 2013;23:218-222.
11. Korevaar JC, Feith GW, Dekker FW, van Manen JG, Boeschoten EW, Bossuyt PM, Krediet RT; NECOSAD Study Group. Effect of starting with hemodialysis compared with peritoneal dialysis in patients new on dialysis treatment: a randomized controlled trial. *Kidney Int* 2003;64:2222-2228.
12. ClinicalTrials.gov. Comparison of the impact of dialysis treatment type on patient survival [Internet]. Bethesda: ClinicalTrials.gov; 2008 [cited 2013 Jun 13]. Available from: <http://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT00510549?term=NCT00510549&rank=1>.
13. Chiu YW, Jiwakanon S, Lukowsky L, Duong U, Kalantar-Zadeh K, Mehrotra R. An update on the comparisons of mortality outcomes of hemodialysis and peritoneal dialysis patients. *Semin Nephrol* 2011;31:152-158.
14. Jaar BG, Coresh J, Plantinga LC, Fink NE, Klag MJ, Levey AS, Levin NW, Sadler JH, Klinger A, Powe NR. Comparing the risk for death with peritoneal dialysis and hemodialysis in a national cohort of patients with chronic kidney disease. *Ann Intern Med* 2005;143:174-183.
15. Termorshuizen F, Korevaar JC, Dekker FW, Van Manen JG, Boeschoten EW, Krediet RT; Netherlands Cooperative Study on the Adequacy of Dialysis Study Group. Hemodialysis and peritoneal dialysis: comparison of adjusted mortality rates according to the duration of dialysis: analysis of The Netherlands Cooperative Study on the Adequacy of Dialysis 2. *J Am Soc Nephrol* 2003;14:2851-2860.
16. Foley RN. Comparing the incomparable: hemodialysis versus peritoneal dialysis in observational studies. *Perit Dial Int* 2004;24:217-221.
17. Collins AJ, Hao W, Xia H, Ebben JP, Everson SE, Constantini EG, Ma JZ. Mortality risks of peritoneal dialysis and hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1999;34:1065-1074.
18. Schaubel DE, Morrison HI, Fenton SS. Comparing mortality rates on CAPD/CCPD and hemodialysis: the Canadian experience: fact or fiction? *Perit Dial Int* 1998;18:478-484.
19. Liem YS, Wong JB, Hunink MG, de Charro FT, Winkelmayer WC. Comparison of hemodialysis and peritoneal dialysis survival in The Netherlands. *Kidney Int* 2007;71:153-158.
20. Heaf JG, Lokkegaard H, Madsen M. Initial survival advantage of peritoneal dialysis relative to haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:112-117.
21. Selgas R, Cirugeda A, Fernandez-Perpen A, Sanchez-Tomero JA, Barril G, Alvarez V, Bajo MA. Comparisons of hemodialysis and CAPD in patients over 65 years of age: a meta-analysis. *Int Urol Nephrol* 2001;33:259-264.
22. Van Laecke S, Veys N, Verbeke F, Vanholder R, Van Biesen W. The fate of older diabetic patients on peritoneal dialysis: myths and mysteries and suggestions for further research. *Perit Dial Int* 2007;27:611-618.
23. Winchester JF, Harbord N, Audia P, Dubrow A, Gruber S, Feinfeld D, Amerling R. The 2006 K/DOQI guidelines for peritoneal dialysis adequacy are not adequate. *Blood Purif* 2007;25:103-105.
24. Weinhandl ED, Foley RN, Gilbertson DT, Arneson TJ, Snyder JJ, Collins AJ. Propensity-matched mortality comparison of incident hemodialysis and peritoneal dialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2010;21:499-506.
25. Carrero JJ, de Jager DJ, Verduijn M, Ravani P, De Meester J, Heaf JG, Finne P, Hoitsma AJ, Pascual J, Jarraya F, Reisaeter AV, Collart F, Dekker FW, Jager KJ. Cardiovascular and noncardiovascular mortality among men and women starting dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2011;6:1722-1730.
26. Carrero JJ, de Mutsert R, Axelsson J, Dekkers OM, Jager KJ, Boeschoten EW, Krediet RT, Dekker FW; NECOSAD Study Group. Sex differences in the impact of diabetes on mortality in chronic dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26:270-276.
27. Vonesh EF, Snyder JJ, Foley RN, Collins AJ. The differential impact of risk factors on mortality in hemodialysis and peritoneal dialysis. *Kidney Int* 2004;66:2389-2401.
28. Basu R, Dalla Man C, Campioni M, Basu A, Klee G, Toffolo G, Cobelli C, Rizza RA. Effects of age and sex on postprandial glucose metabolism: differences in glucose turnover, insulin secretion, insulin action, and hepatic insulin extraction. *Diabetes* 2006;55:2001-2014.
29. Cavalot F, Petrelli A, Traversa M, Bonomo K, Fiora E, Conti M, Anfossi G, Costa G, Trovati M. Postprandial blood glucose is a stronger predictor of cardiovascular events than fasting blood glucose in type 2 diabetes mellitus, particularly in women: lessons from the San Luigi Gonzaga Diabetes Study. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:813-819.

30. Collins AJ, Foley RN, Gilbertson DT, Chen SC. The state of chronic kidney disease, ESRD, and morbidity and mortality in the first year of dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009;4 Suppl 1:S5-S11.
31. McDonald SP, Marshall MR, Johnson DW, Polkinghorne KR. Relationship between dialysis modality and mortality. *J Am Soc Nephrol* 2009;20:155-163.
32. Mehrotra R, Kermah D, Fried L, Kalantar-Zadeh K, Khawar O, Norris K, Nissenson A. Chronic peritoneal dialysis in the United States: declining utilization despite improving outcomes. *J Am Soc Nephrol* 2007;18:2781-2788.
33. US Renal Data System. USRDS 2005 annual data report: atlas of end-stage renal disease in the United States. New York: Grune & Stratton; 2006.
34. Wolfe RA, Ashby VB, Milford EL, Ojo AO, Ettenger RE, Agodoa LY, Held PJ, Port FK. Comparison of mortality in all patients on dialysis, patients on dialysis awaiting transplantation, and recipients of a first cadaveric transplant. *N Engl J Med* 1999;341:1725-1730.
35. Korean Network for Organ Sharing (KONOS). Associated organization [Internet]. Seoul: Korean Net-work for Organ Sharing; 2010 [cited 2013 Jun 13]. Available from: <http://www.konos.go.kr/konosis/common/bizlogic.jsp>.
36. Mehrotra R, Chiu YW, Kalantar-Zadeh K, Bargman J, Vonesh E. Similar outcomes with hemodialysis and peritoneal dialysis in patients with end-stage renal disease. *Arch Intern Med* 2011; 171:110-118.
37. Sanabria M, Munoz J, Trillos C, Hernandez G, Latorre C, Diaz CS, Murad S, Rodriguez K, Rivera A, Amador A, Ardila F, Caicedo A, Camargo D, Diaz A, Gonzalez J, Leguizamon H, Lopera P, Marin L, Nieto I, Vargas E. Dialysis outcomes in Colombia (DOC) study: a comparison of patient survival on peritoneal dialysis vs hemodialysis in Colombia. *Kidney Int Suppl* 2008;(108):S165-S172.
38. Suzuki K, Konta T, Ichikawa K, Ikeda A, Niino H, Hoshikawa M, Takahashi T, Abiko H, Ito M, Masakane I, Matsunaga T, Kudo K, Sato H, Degawa N, Kubota I. Comparison of mortality between Japanese peritoneal dialysis and hemodialysis patients: a 5-year multicenter follow-up study. *Int J Nephrol* 2012;2012: 231018.
39. Strippoli GF, Tong A, Johnson D, Schena FP, Craig JC. Catheter-related interventions to prevent peritonitis in peritoneal dialysis: a systematic review of randomized, controlled trials. *J Am Soc Nephrol* 2004;15:2735-2746.
40. Huisman RM, Nieuwenhuizen MG, Th de Charro F. Patient-related and centre-related factors influencing technique survival of peritoneal dialysis in The Netherlands. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:1655-1660.
41. Choi JY, Jang HM, Park SH, Kim CD, Kim SH, Do JY, Kim SE, Song SH, Kim YH, Lee JS, Kim YS, Kang SW, Yang CW, Kim NH, Kim YL. Comparison of outcomes between dialysis modalities in ESRD patients: 2 year follow-up report [abstract]. In: Proceedings of the 32th Spring Conference of Korean Society of Nephrology; 2012 May 18-20; Seoul, Korea. Seoul: Korean Society of Nephrology. p. 104.



Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 말기신부전 환자의 신대체요법중 혈액투석과 복막투석치료 의 임상성적을 국가별, 질환별, 시대별차이를 고려하여 체계적으로 정리한 논문이다. 특히 국내에서 시행하고 있는 말기신부전 임상연구센터의 전향적 코호트 연구의 중간 발표성적을 포함하고 있어 후향적 연구에 의존하던 과거 연구보다 보다 객관적인 결과를 제시하고 있다. 이러한 연구결과는 향후 국내에서 신대체 요법의 정책을 결정하거나 말기신부전 환자들의 투석치료 방향을 결정하는 중요한 임상자료로 이용될 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]