

뇌졸중 환자의 보행능력 증진을 위한 ICF(International Classification of Functioning, Disability and Health) Tool을 적용한 중재전략의 증례

방대혁 · 송명수^{1†} · 정왕모² · 봉순녕³

대전대학교 대학원, ¹원광보건대학교, ²정인운동교육센터, ³웰빙 운동조절&학습 센터

A Case Report of an Intervention Strategy that Applied an ICF Tool to Improve the Walking Ability of Stroke Patients

Dae-Hyouk Bang · Myung-Soo Song^{1†} · Wang-Mo Jeong² · Soon-Nyung Bong³

Department of Physical Therapy, Graduate School of Daejeon University

¹*Department of Physical Therapy, Wonkwang Health Science University*

²*Jeong-In Body Exercise Training Center, ³Well-being Motor Control & Learning Center*

Received: March 16, 2014 / Revised: June 19, 2014 / Accepted: June 20, 2014

© 2014 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: The objective of this study was to identify functional problems, including walking ability, of patients with strokes using the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) and to present a method that could solve functional problems, thereby determining the applicability of the ICF to increase the quality of evaluation and intervention in clinical fields in the future.

Methods: Information on stroke patients who were admitted and treated in a hospital was collected. The authors conducted evaluations, interventions, and measurements of the results of the ICF tool in order to improve gait abilities of patients. The subjects were trained using proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) one hour a day and five times a week for four weeks. The result measurement variables were a six-minute gait test, 10 m velocity test, gait instability test, and measurements using the ICF sheet.

Results: In the six-minute gait test, gait distance increased by 48 m, from 102 m to 150 m. The gait velocity test result showed an improvement from 0.36m/s to 0.44m/s. The subjects performed a gait instability test with a cup filled with 50mm water. In the gait instability test, the amount of water was 38 mm before the intervention; however, it was 50 mm after the intervention. The gait velocity with a cup filled with water improved from 0.25m/s to 0.31m/s.

Conclusion: An evaluation and intervention were designed with the ICF tool for stroke patients. Gait abilities improved when the PNF technique was used. The IFC method can be used for evaluation and intervention, and it could help improve gait abilities of stroke patients.

Key Words: International classification of functioning, disability and health (ICF), Proprioceptive neuromuscular facilitation(PNF), Stroke, Walking abilities

I. 서론

뇌졸중은 뇌혈관의 문제로 뇌의 혈액순환과 영양공급의 문제로 뇌 조직의 손상을 가져오는 질환이다. 담당 영역의 운동기능을 저하로 인하여 뇌졸중은 독립적인 삶과 사회생활을 제한하는 주요 질환중의 하나이다(Ada et al, 2003). 뇌졸중 환자 중 대부분이 운동기능의 소실을 갖고 있으며, 질병의 특성상 신체의 비대칭성을 갖고 있다(Hidler et al, 2007). 독립적인 생활에 제한을 받기 시작하면서 뇌졸중 환자는 신체적인 문제뿐만 아니라 심리적으로도 위축이 되며, 이로 인해 재활에 대한 의지를 약화시킨다(Swinnen et al, 2010).

뇌졸중 환자의 보행능력 저하는 근력, 균형 능력 감소와 관련이 매우 깊으며, 이는 낙상과 같은 이차적인 손상이 발생할 가능성을 높인다(Suzuki et al, 1997). 또한, 일상생활을 영위하는데 있어 가장 기본적인 행위 중에 가장 중요한 보행능력이 현저하게 감소됨으로써 뇌졸중환자의 일상생활이 제한되고 삶의 질을 떨어뜨린다.

환자를 중재하는데 있어 환자의 기능적인 문제점을 파악하는 것은 중요하며, 환자와 관련된 다양한 문제와 현재의 상태, 기능적인 문제점을 파악하고 효과적으로 중재하기 위하여 세계보건기구(WHO)는 International Classification of Functioning, Disability, and Health(ICF)를 개발하였다(Tshala-Katumbay et al, 2001). ICF는 건강, 교육, 국가의 정책 등 다양한 분야에서 사용가능 하도록 개발되었으며, 물리치료 영역에서는 환자의 평가의 방법, 평가에 따른 중재의 초점, 그리고 다시 환자의 기능에 대한 재평가를 단순한 신체기능뿐만 아니라 사회적, 환경적 부분까지 평가가 가능하다(Tshala-Katumbay et al, 2001). 그리고 ICF는 통일된 방식으로 숫자를 사용하여 표시를 하기 때문에 한 분야만이 아닌 다양한 분야의 전문가들도 환자의 상태를 파악할 수 있는 기능을 가지고 있다.

ICF는 기능과 장애요인, 배경요인으로 구성된다. 배경요인은 환경요인과 개인요인으로 구성되어있다.

신체 기능 및 구조(body function & structure), 활동(activity), 참여(participation)은 기능과 장애요인이며, 환경요인과 개인요인은 배경요인으로 구성된다. ICF는 실제로 생활하는데 필요한 기능들에 초점이 맞춰져 있어 신체적인 장애보다는 고객에게 초점이 맞춰져 있어 현재의 과제 지향적 훈련과 맞춰져 실제적인 생활에서의 기능을 평가하기에 용이하게 되어있다.

그러나 국내에서 ICF를 이용한 연구들이 많이 진행되고 있지만(Kim et al, 2014), 실제 임상에서 ICF를 이용하여 중재와 평가를 진행한 연구는 부족한 실정이다(Kang & Noh, 2012). 따라서, 본 연구의 목적은 ICF를 이용하여 뇌졸중환자의 기능적인 문제를 파악하고 이를 해결하는 방법을 제시하여 향후 임상에서 평가와 중재의 폭을 넓히고자 한다.

II. 증례

1. 연구 대상자의 상태 및 병력

1) 개인정보

60세의 남성분으로 165 cm, 체중 67 kg이다.

2) 진단명 & 과거력

2012년 4월 4일 집에서 자고 아침에 일어났는데 왼쪽 근육의 전반적인 근 약화가 느껴져 119에 연락을 취하여 B 병원을 거쳐 4월 9일 W 대학병원에서 입원 치료 후 5월 24일 본원에 내원하였다. 진단명은 뇌경색으로 인한 왼쪽 편마비(Lt. hemiplegia d/t cbr. infarction)이다. 과거력으로 20년 전 교통사고로 대퇴상부외측 전방에 상처가 있고 다른 질환은 없었다.

3) 고객의 요구와 태도

고객의 요구는 크게 2가지를 원했다. 첫째, 팔을 사용하고 싶다. “한 손만 사용하니 일상생활을 하는데 너무 불편하다”, “두 손을 사용해야 하는 상황에서 왼손이 보조해주었으면 좋겠다”. 둘째, 예전처럼 잘 걷고

†Corresponding Author : Myung-Soo Song (bdhgenii@hanmail.net)

싶다. “걸는 모양이 마음에 들지 않는다”, “몸이 기울지 않고 무릎이 흔들리지 않았으면 좋겠다”, “발가락이 움직였으면 좋겠고, 걸을 때 발이 뒤집힌다”였다.

이 중 고객은 혼자서 갈 걷는 것을 가장 크게 원하셨다. 또한, 세부적으로 상이한 지면과 다양한 상황에서 보행하는 능력을 향상시키고 싶어 하시고 또한 실외에서 일정시간 걸을 수 있는 능력을 향상시키고 싶어 하셨다. 고객은 문제를 해결하려는 적극적인 태도로 긍정적인 태도로 재활에 임하고 있다.

4) 가족의 지원과 태도

고객의 경제적인 수준은 개인인 소유한 자산과 누님의 전폭적인 지원으로 재활을 하는데 긍정적인 영향을 미쳤다.

2. 체계적 고찰

뇌졸중 환자를 위한 ICF Core Set for Stroke를 이용하여 신체기능과 구조의 변화를 파악한 결과는 다음과 같다.

1) 신체기능과 구조

- (1) 통증감각의 중도손상(b280.2)
- (2) 운동 내성기능의 중도손상(b455.2)
- (3) 관절의 안정 기능에 중도손상(b715.2)
- (4) 근력 기능의 심각한 손상(b730.3)
- (5) 근지구력 기능의 중도손상(b740.2)
- (6) 보행 형태 기능의 중도손상(b770.2)

3. 검사 및 측정(Test and Measure)

1) 보행 지구력 검사

6분 보행검사(6minutes walking distance, 6MWD)는 6분 동안 최대로 걸을 수 있는 거리를 측정하는 보행지구력평가 방법이다(O’Keeffe et al., 1998). 운동장의 둥근 트랙에 1m마다 표시를 해놓고 치료사가 시계로 6분을 입력한 다음 출발과 동시에 시계를 눌러 시간을 측정하였다. 치료사는 환자가 트랙을 돈 횟수를 기록하고 6분이 지나 알람이 울리면 대상자는 그 자리에

정지한 후 바닥에 이름을 적은 테이프로 표시하였다. 측정은 대상자가 트랙을 돈 횟수에 대한 거리와 출발선부터 테이프까지의 거리를 합하여 기록하였다.

2) 보행 속도 검사

10m 보행속도 검사(10m walking speed test, 10MWT)는 발병 후 6개월이 경과한 뇌졸중 환자의 보행속도를 평가하는데 매우 유용한 방법으로 편안한 보행과 빠른 보행으로 14m 거리를 걷게 하여 가속기간과 감속기간인 시작과 끝 범위 2m를 제외한 중간 10m 거리에 대한 시간을 측정하였다(Dean et al., 2000). 측정시간, 측정자 내 신뢰도는 $r=.95\sim.96$ 로 높은 신뢰도를 가지며(Van Loo, 2004), 검사 전 대상자는 먼저 한번 걷게 하여 적응하도록 한 후 3회 실시하여 평균시간을 구하였다. 이때 치료사는 환자의 뒤를 따라가면서 안전을 확보하였다.

3) 보행의 불안정성 평가

12m를 걷는 동안 체간의 움직임 정도를 평가하기 위해 물이 든 컵을 견측으로 들고 12m를 걷게 하였다. 편안한 보행을 하게 하였으며, 이때 물의 양은 항상 같은 양으로 하였으며, 측정 후 줄어든 물의 양을 가지고 흔들림 정도를 평가 하였다(Carr & Shepherd, 2004).

4. 평 가

1) 기능적인 문제 파악

고객의 기능적인 문제를 수집 및 파악하기 위해 ICF Core Set for Stroke을 이용하여 활동과 참여영역에서 능력과 수행력을 파악하고, 이에 영향을 미치는 환경적 요인과 개인적 요인을 ICF code를 이용하여 기록하였으며 상호간의 연관성을 파악하였다.

(1) 활동 제한과 참여 제약

- ① 일상생활 이행 중도의 어려움(d230.2)
- ② 기본적인 사세 변화의 약간의 어려움(d410.1)
- ③ 자세 유지의 중도의 어려움(d415.2)
- ④ 물건 들어 올려 나르기의 중도의 어려움(d430.2)
- ⑤ 미세한 손동작의 심각한 어려움(d440.3)

- ⑥ 손과 팔의 이용의 심각한 어려움(d445.3)
- ⑦ 보행의 중도의 어려움(d450.2)
- ⑧ 상이한 장소로의 이동의 심각한 어려움(d460.3)

(2) 환경적 및 개인적 요소

환경적인 요소는 날씨에 따른 영향을 받았으며 (e225.2), 직계 가족의 지원은 긍정적인 영향을 미쳤다 (e310.+2). 또한, 개인적인 요소에서 문제를 해결하려는 적극성과 긍정적인 성격은 결과에 긍정적 영향을 미쳤다.

5. 의사 결정 과정

1) 고객의 요구

고객은 혼자서 갈 걷는 것을 가장 크게 원하셨다. 또한, 세부적으로 상이한 지면과 다양한 상황에서 보행하는 능력을 향상시키고 싶어 하시고 또한 실외에서 일정시간 걸을 수 있는 능력을 향상시키고 싶어 하셨다. 이러한 고객의 요구사항과 치료사간의 합의 과정을 통하여 다양한 과제를 통하여 보행능력과 지구력을 향상시키고, 보행형태를 향상 시키는 것으로 설정하였다.

2) 움직임 분석

보행 분석을 위해 고객의 실제 움직임, 보행모습과 동영상을 보면서 관찰한 사실적 정보를 3명의 치료사들이 파악하였고, ICF Assessment Sheet을 이용한 정보와 동영상을 이용하여 해결할 문제점을 결정하였다.

3) 문제점 파악

고객과 치료사들이 합의한 문제점은 다음과 같다.

- (1) 보행 시 왼쪽 다리를 들 때 체간이 오른쪽으로 너무 많이 기울다.
- (2) 보행 시 왼쪽 다리로 지면을 디딜 때 몸이 왼쪽으로 기울다.
- (3) 보행속도가 느리다.

4) 가설 설정

설정된 문제점들을 해결하기 위한 문제 중심 해결학 습방법에 의해 중재하려는 문제의 사실을 기록하였다. 이와 함께 파악된 정보와 관련된 지식을 우선 습득한 후 가설을 설정하였다. 설정된 가설은 상호관련과 실제 고객이 가지고 있는 문제점을 비교하였으며, 해결 가능성을 고려하여 구체적인 중재방법을 설정하였다.

- (1) 보행 시 왼쪽 다리를 들 때 체간이 오른쪽으로 너무 많이 기울다.
- (2) 보행 시 다리를 끌기 때문일 것이다.
- (3) 고관절 굴곡근의 약화가 있을 것이다.
- (4) 체간에서 안정성을 제공해 주지 못할 것이다.
- (5) 보행 시 왼쪽 다리로 지면을 디딜 때 몸이 왼쪽으로 기울다.
- (6) 슬관절 신전근의 약화가 있을 것이다.
- (7) 슬관절 굴곡근의 약화가 있을 것이다.
- (8) 족관절 배측굴곡근의 약화가 있을 것이다.
- (9) 하퇴 삼두근의 유연성 부족이 있을 것이다.
- (10) 고관절 외전근의 약화가 있을 것이다.
- (11) 체간의 안정성이 떨어져 있을 것이다.
- (12) 보행속도가 느리다.
- (13) 고관절 굴곡근의 약화가 있을 것이다.
- (14) 하퇴 삼두근의 유연성이 부족할 것이다.
- (15) 체간의 안정성이 부족 할 것이다.

6. 중 재

중재는 설정하였던 가설을 해결해나가는 방식으로 실시하였다. 전반적인 운동은 과제지향훈련과 고유수용성축진법을 이용하였다. 중재는 1일 1시간, 주 5회, 4주간 실시하였으며, 고객의 피로가 심할 경우 운동과 운동 사이에 휴식을 취하게 하였다. 본 연구에 실시한 중재 방법은 다음과 같다.

1) 고관절 굴곡근의 약화

- (1) 누운 자세에서 마비측 하지 패턴(Hip flexion-adduction-ext. rotation with knee flexion)

(2) 오른손으로 의자를 짚은 상태에서 왼쪽 무릎을 의자높이까지 올리기(발목은 배측 굴곡)

(3) 서 있는 상태에서 탄력밴드를 이용하여 무릎 구부린 상태에서 고관절 굴곡

2) 체간의 안정성 부족

(1) 앉은 자세에서 체간에 S/R 기법을 이용한 안정화

(2) Gym ball를 이용한 core exercise

3) 슬관절 굴곡근의 약화

(1) 서 있는 자세에서 고관절 구부리지 않고 무릎만 구부리기 (치료사가 저항을 점차 증가)

(2) 양측 하지 패턴(Hip flexion-adduction-ext. rotation with knee flexion)

4) 하퇴삼두근의 약화

(1) 서 있는 자세에서 발뒤꿈치 들고 유지하기

(2) 치료사가 보조하면서 점프하기

(3) 고관절 외전근의 약화

(4) 옆으로 걷기

(5) 하지 패턴(Hip flexion - abduction - int. rotation with knee flexion)

III. 연구 결과

1. 보행 지구력 검사

6분 보행검사에서 보행거리가 102m에서 150m로 48m 증가하였다.

2. 보행 속도 검사

빠르게 걷게 유도한 후 보행속도를 검사한 결과 0.36 m/s에서 0.44 m/s로 향상되었다.

3. 보행 불안정 검사

물의 컵을 50 mm를 담아 걷게 하였다. 중재 전 물의 양은 38mm에서 중재 후 물의 양은 50mm, 물 컵을

들고 걷기 속도도 0.25m/s에서 0.31m/s로 향상되었다.

4. 기능적인 상태

1) 일상생활 이행 약간의 어려움(d230.1)

2) 기본적인 사세 변화의 약간의 어려움(d410.1)

3) 자세 유지의 약간의 어려움(d415.1)

4) 물건 들어 올려 내리기 중도의 어려움(d430.2)

5) 미세한 손동작의 중도어려움(d440.2)

6) 손과 팔의 이용의 중도 어려움(d445.2)

7) 보행의 약간의 어려움(d450.1)

8) 상이한 장소로의 이동의 약간 어려움(d460.1)

IV. 고 찰

보행은 인간이 생활을 하는데 가장 기본이 되며 많이 하는 움직임중의 한 형태이다. 또한, 보행은 속도뿐만 아니라 걸음의 형태나 태도 등을 의미한다(Perry, 1999). 하지만, 뇌졸중으로 인한 다리 근력의 약화와 체중 지지 율의 변화 등은 뇌졸중환자들에게 비대칭적인 자세로 보행 및 균형능력의 감소를 이어진다. 이러한 보행능력의 감소는 독립적인 일상생활의 수행을 제한하는 요인으로 작용한다(Smith et al, 1990). 본 연구에서는 뇌졸중 환자의 보행능력을 향상시키기 위한 PNF기법을 이용하여 보행속도, 지구력에 향상을 가져왔다.

ICF는 고객이 가지고 있는 전반적인 신체기능, 활동, 참여, 개인적 요인 그리고 환경적 요인을 파악하여 고객이 가지고 있는 문제를 파악하는데 매우 유용하다(Almazan-Isla et al, 2014). 또한, 본 연구에서 사용한 문제해결을 위한 학습은 고객의 기능적인 문제점들과 문제의 원인 사이에서 연관성을 찾아 해결하였다.

고객의 문제점을 해결하기 위하여 신뢰성을 인정 받은 6분 보행검사와 10m 보행속도검사를 사용하였으며, 임상에서 보행 불안정성을 파악하기 위해 사용되는 물 컵을 들고 보행하는 동안 흘리는 물의 양을 평가하는 방법을 사용하였다. 6분 보행검사서 보행거리가 48m 증가하였으며, 보행속도도 0.08m/s 향상

되었다. 하지만, 지역사회보행을 하기 위해 300m를 쉬지 않고 걸어야 한다는 Dean 등(2000)의 연구 결과를 바탕으로 보면 아직 많이 부족한 결과이다. 하지만, 4주간의 짧은 기간을 고려해 보았을 때 아직 충분한 가능성이 있는 것으로 사료된다. 보행속도도 0.08m/s 향상되었지만, 아직 독립적인 생활을 위한 속도 0.7 m/s를 기준(Bang et al, 2013)으로 보면 많이 부족한 편이다. 하지만, 이와 같은 방법을 이용하여 지속적으로 문제점을 분석하여 고객에게 최대한 필요한 중재를 지속한다면 좋은 결과가 있을 것으로 사료된다.

Kim과 Kim(2013)은 PNF를 적용하여 신체기능과 균형능력에 미치는 영향을 알아보았다. 이 연구에서 근력과 균형능력을 향상시키기 위한 방법으로 매우 효과적이라고 보고하였다. 본 연구에서도 중재의 대부분을 PNF를 이용한 중재를 실시하였다. 따라서 4주간 진행된 본 연구의 결과에서 기능향상을 보인 결과와 일치하였다.

ICF는 전 세계적으로 공통된 언어를 사용하여 다분야의 전문가들이 고객의 정보를 파악하기 위해 지속적으로 수정작업을 진행하고 있다(Cerniauskaite et al, 2010). 하지만, 아직 국내에서는 이러한 세계적인 추세에도 불구하고 ICF를 이용한 고객의 평가와 중재가 부족한 실정이다(Kang & Noh, 2012). 본 연구도 ICF의 활용의 증대를 위하여 본 연구를 실시하였다. 하지만, ICF를 활용하기에는 객관적으로 고객을 평가하기가 매우 힘들고 이를 활용하기 위한 교육 등이 매우 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구 결과를 일반화하기가 어렵다. 앞으로 ICF의 각 항목을 객관화 할 수 있는 연구와 좀 더 많은 근거를 제공할 수 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결론

뇌졸중환자를 대상으로 ICF tool을 이용하여 평가와 중재 계획을 세웠으며, PNF기법을 이용하여 보행능력을 향상시켰다. ICF를 이용한 평가와 중재계획은

뇌졸중 환자의 보행능력을 향상시키는데 도움을 줄 수 있는 방법이다.

참고문헌

- Ada L, Dean CM, Hall JM, et al. A treadmill and overground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: A placebo-controlled, randomized trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003;84(10):1486-1491.
- Almazan-Isla J, Comin-Comin M, Damian J, et al. Analysis of disability using whodas 2.0 among the middle-aged and elderly in cinco villas, spain. *Disability and Health Journal*. 2014;7(1):78-87.
- Bang DH, Shin WS, Kim SY, et al. The effect of action observational training on walking ability with chronic stroke patient: a double-blind randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2013;27(12):1118-1125.
- Carr JH, Shepherd RH. Stroke rehabilitation: Guideline for exercise and training to optimize motor skill. Singapore. Elsevier. 2004.
- Cerniauskaite M, Quintas R, Boldt C, et al. Systematic literature review on ICF from 2001 to 2009: its use, implementation and operationalisation. *Disability and Rehabilitation*. 2010;33(4):281-309.
- Dean CM, Ada L, Bampton J, et al. Treadmill walking with body weight support in subacute non-ambulatory stroke improves walking capacity more than overground walking: A randomised trial. *Journal of Physiotherapy*. 2010;56(2):97-103.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: A randomized, controlled pilot trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2000;81(4):409-417.

- Hidler JM, Carroll M, Federovich EH. Strength and coordination in the paretic leg of individuals following acute stroke. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on*. 2007;15(4):526-534.
- Kang TW, Noh HJ. A case report of progressive intervention strategy applied ICF tool about gait for TBI patient. *The Journal of Korean Society of Physical Medicine*. 2010;7(2):137-147.
- Kim JH, Lee MK, Pakr JK. A literature review toward practical application of concept of ICF in special education. *Korean Journal of Physical, Multiple, & Health Disabilities*. 2014;57(2):139-171.
- Kim SW, Kim DH. The effects of PNF exercise on body functions and fall efficacy of elderly women. *Journal of Physical Education*. 2013;52(2):495-512.
- O'Keeffe ST, Lye M, Donnellan C, et al. Reproducibility and responsiveness of quality of life assessment and six minute walk test in elderly heart failure patients. *Heart*. 1998;80(4):377-382.
- Perry J. The use of gait analysis for surgical recommendations in traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*. 1999;14(2):116-135.
- Smith DC, Evans AL, Gilchrist W, et al. Novel instrument for measuring the walking speed of elderly patients. *Medical & Biological Engineering & Computing*. 1990;28(6):605-607.
- Suzuki T, Yoshida H, Hashimoto T, et al. Case-control study of risk factors for hip fractures in the Japanese elderly by a Mediterranean osteoporosis study (MedOS) questionnaire. *Bone*. 1997;21(5):461-467.
- Swinnen E, Duerinck S, Baeyens J-P, et al. Effectiveness of robot-assisted gait training in persons with spinal cord injury: A systematic review. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2010;42(6):520-526.
- Tshala-Katumbay D, Eeg-Olofsson KE, Tylleskar T, et al. Impairments, disabilities and handicap pattern in konzo--a non-progressive spastic para/tetraparesis of acute onset. *Disability and Rehabilitation*. 2001; 23(16):731-736.
- Van Loo J. The specificity of the interaction with intestinal bacterial fermentation by prebiotics determines their physiological efficacy. *Nutrition Research Reviews*. 2004;17(1):89-98.