

正常歩行과 異常歩行

(Normal Gait and Pathological Gait)

고려대학교 부속병원 재활 의학과
安 民 奎

正常歩行과 異常歩行(Normal Gait and Pathological Gait); 歩行은 人體의 運動系 器官에서 일어나는 가장 중요한 機能의 하나이며, 下肢의 각 관절에서 일어나는 回轉運動(rotary motion)의 결과로 人體에 轉移運動(translatory motion)을 가져 오게하는 過程이기도 한다. 歩行에 관해서 佛蘭西의 生理學者 Marey가 처음으로 姿勢變化에 대한 記錄을 한것으로 부터 歩行에 관한 科學的研究가 Otto Fisher를 위시하여 Elfman, Eberhart와 Inman의 研究員 等に 依해서 進行 되어 왔다.

下肢의 運動系 器官에 어떤 非正常的 狀態가 생기면 곧 歩行에 異常이 나타난다. 그러므로 神經 運動系 器官의 診斷을 할때는 患者의 歩行型(Gait pattern)을 分析 檢討하지 않고서는 그기능 면에서 確실한 診斷은 매우 困難하다. 그러므로 正常歩行의 機轉을 分析하고 骨盤 및 下肢肌肉에 弱症이나 麻痺가 있을때 나타나는 歩行型을 考察하여 異常歩行에 관하여 검토하고자 한다.

1. 正常歩行(Normal Gait)

歩行은 2개의 下肢가 律動的 運動을 하여 한 곳에서 다른 곳으로 人體를 移轉시키는 것을 말한다. 그러기 위해서 때를 맞춰서 下肢를 短縮시키고 伸展시켜야 하고 관절의 回轉運動을 轉移效果로 전환시키는 過程을 되풀이 하게 된다. 歩行이란 또한 均衡을 잃고 되찾는 過程이라고도 할 수 있다.

1. 歩行의 相(phase of gait)

歩行의 周期는 한쪽의 足部가 발 뒤축이 접촉하는 "heel strike"에서 시작하여 같은 足部가 前進하여 다시 heel strike 할 때 까지를 말하며 立脚相(stance phase)과 遊脚相(swing phase)으로 나누어 진다. 立脚相은 足部가 地面에 접촉하여 體重의 全部나 또는 一部를 받는 相이며 발 뒤축의 접촉에서 발끝이 떨어지는 toe-off까지를 말한다. 遊脚相은 足部가 접촉하지 않고 空間에서 前進하는 相이며 toe-off에서 heel strike까지를 말한다. 한쪽 다리가 體重을 받고 있을 동안 그 반대의 다리는 前方으로 遊脚하여 다시 體重을 받게 된다. 立脚相은 (1)踵部の 接地(heel strike), (2)中間立脚期(mid-stance), (3)撥出(push-off)로 나누며, 遊脚相은 (1)加速(acceleration), (2) (swing through), (3)減速(deceleration)으로 나눌 수 있다(그림).

兩側足部가 同時に 步行面에 접촉 할 때가 있는데 이를 兩側立脚相(double support) 라고 하며 이는 二步周期의 20~25% 를 차지한다. 그러나 이것은 步行速度가 아주 느리거나 中等度의 速度에서 나타나고 疾走할때 같이 그 速度가 아주 빠를 때는 兩側立脚相은 나타나지 않는다. 步行周期의 時間 消耗는 1분에 95步의 步行速度에서 立脚相이 약 60%, 遊脚相이 40%로 나타난다.

2. 動力의 中心點 卽 重心(center of gravity)

인체를 하나의 物體로 생각할 때 成人男女의 重力의 中心點은 제 2 薦椎의 前緣에 位置한다

3. 步行의 力學(gait mechanics)

步行은 (1)足部の 地面接觸, (2)足部の 位置 (3)重心의 移動, (4)體重의 移轉, (5)Energy 消耗 (6)筋力등 6개의 要素를 가지게 된다. 발 뒤축이 먼저 地面에 접촉하면 全足部の 外側面을 따라서 體重이 前方으로 移動하며 발끝이 地面에서 떨어질 때는 體重은 中足骨頭(metatarsal head)에 옮겨진다. Heel strike때 體重이 다리로 옮겨 질때 생기는 力學的 속크는 膝關節을 屈曲시켜서 蹴손作用에 依해서 이를 받아들인다. Toe-out은 약 7度로 나타내며 이角은 體重을 垂直으로 받아 내려는 體部の 調整과 重力의 中心이 上昇하는 것에 起因하며 大腿部の 內族과 外旋으로 일어난다. 正常步行에서는 重心의 移重은 垂直面과 水平面에 각각 正弦曲線(sinusoidal curve)을 보여준다. 骨盤回旋(pelvic rotation)은 步行때 骨盤이 左右 交代로 각각 4度, 統 8度의 回旋角度가 생기는데 이는 重心의 進行線에 영향을 준다. 骨盤傾斜(pelvic tilt)는 正常步行에서 體重角荷를 하지 않는 下肢(non-weight bearing limb)측에서 약 5度의 下方傾斜가 생긴다. 步行할때 各足部는 體重의 약 1.2배의 힘을 받게 된다. 疾走할 때는 體重의 2배, 높은 곳에서 떨어지면서 兩足底部가 땅에 닿을 때는 體重의 약 5배의 무게를 받게 된다. 步行에 必要한 energy는 個個人에 따라서 差異가 있으며 다리와 足部の 길이, 筋肉訓練과 그 效率 步行의 길이와 速度등이 energy 消耗에 影響을 준다 평面에서의 步行은 女子가 男子보다 약10% 消耗가 적다. 岩倉博光(日人)에 의하면 事務的 業務 때 는 1분에 1.3~2.5“카로리”의 消耗가 있으며 時速 3km의 步行 에서는 1분에 3.1카로리의 消耗가 있다고 하였다.

4. 筋力

股關節屈筋群(hip flexor Muscles)

股關節屈筋群은 遊脚期에서 그 作用이 나타나는데 첫째는 遊脚肢를 前方으로 갖어와서 계속 하여 立脚期를 가지도록 하고 둘째는 下肢를 短縮시켜서 地面에 닿지 않도록 作用한다. 이 作用은 立脚期내, 踵部를 올리는 直前에서 시작하여 下肢가 全部 屈曲하도록 作用한다.

大腿四頭筋(quadriceps muscles)

正常步行에서는 大腿四頭筋은 두번 重要한 收縮을 하게 된다. 첫째는, 踵部接地後 膝關節屈曲으로 인한 蹴손 效果인데 이때 大腿四頭筋의 抑制作用이 없으면 體重에 依해서 膝關節은 挫折되고 만다. 重力의 中心이 膝關節의 後部에 있을때는 大腿四頭筋의 重作이 必要하게 되며 이때 大腿四頭筋이 作用하지 않으면 膝關節은 꺾여 지게된다. 中間立脚期에서 몸의 中心線이

膝關節軸의 前方으로 移動되면 大腿四頭筋의 動作은 나타나지 않는다. 踵部가 接地할때 몸의 重心線은 膝關節의 後部에 있게됨으로 大腿四頭筋이 作用하여 膝關節을 약간 屈曲하여 蹴손作用을 하여 體重을 支持하게 된다. 두번째 作用은 立脚期末과 遊脚이 시작할때 直股筋(rectus femoris)의 股關節屈曲에 反映되어 足部에 宏壯한 加速을 옮겨주는 作用이다. 이 민첩한 加速作用은 足部가 다음 踵部接地에서 下肢의 힘을 받아 내는데 必要하게 된다.

腓腸比目魚筋(gastrosoleus)또는 下腿三頭筋(triceps surae); 正常步行에서 腓腸筋과 比目魚筋의 機能에 대한 差異點은 아직 正確하지 않다. 이 두개의 筋肉이 하나의 機能單位로 二關節과 單關節動作에 참여하고 있다.

下腿三頭筋은 立脚相의 末期에 발 뒤축이 地面에서 擧上될때 그 作用이 頂點에 다다른다. 이 作用은 下肢와 股關節을 痛해서 體部를 前方과 上部로 움직이게 主로 作用하여 抵出(push-off)이 이루어 진다 또한 이 作用은 立脚末期에서 骨盤의 높이를 유지하는데도 큰 役割을 하게 된다. 下腿三頭筋은 振出때 그 作用이 最高에 다달으나 中間立脚期에서 足部가 地面에 닿을 때 그 機能이 나타나는데 이때 足關節背屈筋이 遠心性收縮(eccentric contraction)하는 동안 下腿四頭筋은 足關節을 固定시키면서 回轉軸을 中足骨頭部(metatarsal head)로 移動시키면서 地面에 接觸한다.

足關節背屈筋(dorsiflexor muscle)

足關節背屈筋은 正常步行에서 두가지 機能이 있다. 그 하나는 발 뒤축이 地面에 接觸할때 體動을 減速하기 위해서 遠心性收縮을 하면서 足部가 足底屈曲으로 體重負荷의 中心을 踵尖部에서 脛足根關節(tibiotalar joint)에 점차로 移動시킨다. 둘째는 指尖이 땅에서 떨어지후 背屈筋의 收縮으로 足部와 地面과의 距離가 생겨 空間을 通過할 수 있다. 또한 下肢의 加速을 受하는 힘을 股關節에서 足部로 연결시키는 마지막 連結點이 된다.

上肢는 下肢運動과는 反對側에서 振動하는데 이運動은 上肢를 前後面에 作用하여 肩關節의 回轉을 적게하기 위한 動作이다. 이렇게 回轉을 적게하는 것으로 頭部는 前面을 보고 步行할 수 있다.

正常步行에서는 上肢의 前方振動은 약 20度이고 後方으로 나가는 角은 약 9度이다. 前方으로 움직일 때는 大圓筋(teres major) 廣背筋(latissimus dorsi) 肩甲下筋(subscapularis)가 작용 하며 後方으로 움직일 때는 伸筋群의 外旋作用에 依해서 나타난다.

II. 異常步行 (pathologic gait)

步行할때 體部나 重力의 中心에 過度한 運動이 있거나 非對稱的 運動(asymmetrical movement)이 있을때를 異常步行이라고 한다. 異常步行은 骨盤帶나 下肢의 筋肉筋에 輕微한 麻痺나 弱症이 있을때 나타나며 그밖에 關節癒合, 神經性無力症, 下肢短縮이나 體重負荷때 疼痛等이 있을때 나타난다. 異常步行의 診斷은 系統的으로 觀察하여 過度한 運動이나 非對稱的 運動이 體部に 나타나면 各關節과 各部位에 나타나는 運動을 分析하여 各關節의 機能을 正常機能과 비교하면서 자세히 관찰하여야 한다. 異常步行에는 하나의 共通點이 있다. 步行의 速度가 느릴때는 步行에 異常은 적게 나타나며, 그 速度가 빠르면 빠를수록 더 甚하게 나타난

다. 어떤 筋肉群의 麻痺나 弱症으로 나타나는 異常步行에는 대체로 두가지의 重要한 사실을 알아야 한다. 그 하나는 그程度가 크고 작고간에 補充作用이 나타나는 것과 들쭉는 筋肉의 弱症이 대개 多發性이어서 異常步行이 混合型으로 나타난다는 것이다.

異常步行은 다음과 같다.

足關節背筋步行 (steppage gait or toe heel gait)

足關節의背屈筋群에 弱症이 있을때 나타나는 步行으로 遊脚期에서 foot-drop이 있으며 過度하게 膝關節과 股關節을 flexion 시켜 遊脚한다. 또한 踵部接地때 足底部를 힘을 주어 地面에 접촉시킨다.

下腿三頭筋步行 (triceps sural gait or calcaneus gait)

下腿三頭筋에 弱症이나 麻痺가 있을때 나타나는 步行으로 plantar flexor 보다 背屈筋群 (dorsiflexor)이 강할때 나타나며 환자는 heel로 步行한다. 또한 立脚期末에서 患側の 骨盤이 下降하며 이때 骨盤의 前進運動이 遲延된다.

大腿四頭筋步行 (quadriceps gait)

大腿四頭筋이 弱하거나 麻痺가 있으면 나타나는데 跛行 (limping)이全體 步行相을 통해서 나타나며 踵部를 接地하려고 할때 갑자기 힘을 가하여 knee를 伸展시킨다. 또한 大腿部는 後方, 股關節은 前方으로 나간다. 大腿四頭筋步行을 오래 지속하면 膝後反 (genu recurvatum)이 나타나기도 한다. 膝後反은 立脚期初期에 補充作用으로 나타나는데 大髀筋과 hamstring이 같이 股關節伸展作用甲을 주로 가져오게 한다.

中髀步行 (gluteus medius or Trendelenberg's gait)

中髀筋에 麻痺나 弱症이 있을때 나타나는데 患側の heel strike (踵部接地)와 健側の 踵部接地 사이에 健側の 骨盤이 下降하며 患側 hip위로 전체 trunk가 下部와 側面으로 屈曲하면서 患側肩部 (shoulder)가 심하게 不降한다. 또한 健側に steppage가 나타난다.

股關節伸筋群步行 (maximus gait)

股關節의 伸筋群 특히 大髀筋이 個別的으로 弱症이 있거나 麻痺되었을때 나타나는 步行으로 患側肢가 接地後, 骨盤과 體幹을 갑자기 後方으로 밀어내며 이때 體幹部의 運動으로 患側肢가 前方으로 屯出 (protrusion)하게 된다. 또한 中間立脚期 (mid-stance)에서 knee를 굳게 伸展하므로 (extension) 完全體重負荷하였을때 hip (股部)가 健側보다 약간 上昇한다.

股關節屈曲步行 (hip flexor gait)

股關節屈曲筋의 弱症이나 麻痺가 있을때 나타나며 患側肢가 push-off할때 갑자기 體幹과 骨盤이 한 單位가 되어 後方으로 넘어진후 骨盤을 體幹에 屈曲시키면서 體幹 骨盤의 total Rotation (全體延旋)을 補助한다. 이것은 push-off (振出)에서 遊脚中間期까지 계속된다.

結論

步行의 異常은 下肢의 運動系 器官에 輕微한 障害가 있을때도 나타남으로 下肢의 筋肉群의 麻痺나 弱症으로 나타나는 步行型을 把握하는것은 中要한 일이나 異常步行을 診斷하기 위해서는 正常步行의 力學的 機序와 筋肉運動作用을 正確히 알아야 하며 이를 基礎로 異常步行을 정

확실히 판단할 수 있어야 한다. 또한 弱症이나 麻痺가 있는 筋肉群은 補助器나 또는 步行補助器를 사용하여 이들을 支持 보호하여 더 많은 損傷을 방지해야 한다.

References

1. OH Chung Hie, prof: 再活醫學上券 (1975年)
2. OH Chung Hie, prof: 高大醫科大學 雜誌 (Val. 10, No. 2, 1973)
3. Elftman, Herbert: The Basic pattern of Human Locomotion, 1951.
4. Rusk Howard A, Rchabilitaton Medicine. Theid edition, MOSBY, St. Louis, 1971.
5. Saunders, J. B DeC. M. , The Major Determinants in Normal and pathological gait. July 1963.
6. Steindler, Arthur: Mechanics of Normal and pathological Locomotion in Man. sprinfield: charles Cthomas, 1935.
7. Long, Charler, : pathological gait. Monograph published by New York University.
8. Elftman, Herbert: The Function of Muscles in Locomotion. Amer, J. phgsiol, 1940.
9. Joan Erback Edelsteins, B. S. , M. A. , K. P. T. : Biomechanics of Normal Ambulation.
10. Brunstrom, : Clinical Kinesiology. 2nd Edition, F. A. Davis Company Philadelphia, 1966.
11. Carlin, Eleanor J. "Human Gait" Amer. J. phys. Med. August 1963.