


*Vaka Çalışması*

## **Parkinson Hastalığı Olan Bireyde Hareket Ritminin Kişisel Müzik Tercihi ile Birleştirilmesinin Yürüyüş Parametreleri Üzerine Akut Etkisi: Vaka Çalışması**

Sedat İBA <sup>1</sup>  Sevil BİLGİN <sup>2</sup> 

**Gönderim Tarihi:** 9 Ekim, 2020

**Kabul Tarihi:** 13 Haziran, 2021

**Basım Tarihi:** 31 Ağustos, 2021

### **Öz**

**Amaç:** Bu olgu çalışmasının amacı kişisel müzik tercihi ile ritmik işitsel uyarımın birleştirilmesinin Parkinson hastalığı olan bir bireyde akut düzeyde yürüyüş parametreleri üzerindeki etkilerini incelemektir.

**Gereç ve Yöntem:** Hasta 77 yaşında hafif düzeyde Parkinson hastası (BPHDÖ:19), demansı olmayan ve yürüyüşte donma izlenmeyen erkek bir bireydi. Olguda son dönemde düşme hikayesi gözlenmemiştir. Olgu bir hafta içinde iki defa çalışmaya alınmış olup kendisinden en sevdiği müzik türü ve bu türe ait bir eser belirtmesi istenmiştir. Görüşmenin ilk gününde ritim belirleme için gerekli olan yürüyüş süresi ve adım sayısı ile ayrıca adım uzunlukları ölçülmüştür. İkinci görüşmede ise birey ritmik işitsel uyarım ve kişisel müzik tercihi ile ritmik işitsel uyarımın birleştirilmiş haliyle yürümüş ve sonuçlar tekrar ölçülmüştür.

**Bulgular:** Bütün parametrelerde ritmik işitsel uyarım pozitif anlamda etkili olmuştur. Ritmik işitsel uyarım ve kişisel müzik tercihinin birleştirilmesi ise ritmik işitsel uyarımın tek başına kullanılmasına göre daha etkili bir sonuç göstermiştir.

Bu olgu çalışmasının sonucunda hafif düzeyde Parkinson hastalığı olan bireyde yürüyüşte akut dönemde olumlu etki görülmüştür.

**Sonuç:** Bu yaklaşımın etkinliğinin tam olarak belirlenebilmesi için daha fazla birey ve daha fazla zamana yayılan bir çalışma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.



**Anahtar kelimeler:** Parkinson hastalığı, ritmik işitsel uyarım, kişisel müzik tercihi

<sup>1</sup>Sedat İBA (Sorumlu Yazar). Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, 05444111599, [theibas@gmail.com](mailto:theibas@gmail.com)

<sup>2</sup>Sevil BİLGİN. Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, 05302431684, [sevil.bilgin@hacettepe.edu.tr](mailto:sevil.bilgin@hacettepe.edu.tr)

*Case Study*

## **Acute Effects of Combining Movement Rhythm with Personal Music Preference on Gait Parameters in an Individual with Parkinson's Disease: Case Study**

Sedat İBA <sup>1</sup>, Sevil BİLGİN <sup>2</sup>

**Submission Date:** 9<sup>th</sup> of October, 2020

**Acceptance Date:** 13<sup>th</sup> of June, 2021

**Pub.Date.** 31<sup>th</sup> of August, 2021

### **Abstract**

**Objectives:** The aim of this case study was to examine the effects of combining personal music preference with rhythmic auditory stimulation on acute gait parameters in an individual with Parkinson's disease.

**Materials and Methods:** The patient was a 77 years old male individual with mild Parkinson's disease (UPDRS: 19) without freezing during walking and with no dementia. There was no recent fall history in the case. The case was included in the study twice in one week, and he was asked to indicate his favorite music genre and a piece of that genre. On the first day of the interview, the walking time and number of steps required for rhythm determination, as well as step lengths were measured. In the second interview, he walked first with rhythmic auditory stimulation and then walked with personal musical preference combined with rhythmic auditory stimulation and the results were measured again.

**Results:** Rhythmic auditory stimulation was positively effective in all parameters. The combination of rhythmic auditory stimulation and personal musical preference showed more effective results than rhythmic auditory stimulation alone. As a result of this case study, an acute improvement in gait was observed in an individual with mild Parkinson's disease.

**Conclusion:** We think that a study with more individuals and more time should be done in order to determine the effectiveness of this approach fully.

**Keywords:** *Parkinson disease, rhythmic auditory stimulation, personal music preference*

<sup>1</sup>**Sedat İBA (Corresponding Author).** Hacettepe University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, 05444111599, [theibas@gmail.com](mailto:theibas@gmail.com), 0000-0002-0495-2450.

<sup>2</sup>**(Sevil BİLGİN.** Hacettepe University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, 05302431684, [sevil.bilgin@hacettepe.edu.tr](mailto:sevil.bilgin@hacettepe.edu.tr), 0000-0003-1597-1312.

## Giriş

Parkinson Hastalığı (PH) yaygın olarak bilinen semptom üçlüsü olan bradikinezi, tremor ve rijidite ile karakterize dopaminerjik sistemin aşamalı dejenerasyonudur (Xia ve Mao, 2012). PH altmış yaş üzeri %1'lik bir popülasyonda santral sinir sistemini etkileyen en yaygın ikinci dejeneratif hastalıktır (Tysnes ve Storstein, 2017). Bazal gangliyonlarda nörodejenerasyona bağlı ortaya çıkan anatomik ve fizyolojik bozukluklar motor kontrolü etkiler. Yürüme gibi tekrarlayan, otomatik hareket dizilerinin zamanlaması ve boyutu özellikle etkilenir (Jones, Rochester, Birleson ve Kwakkel, 2008). Parkinson'da; azalmış yürüme hızı, kısalmış adım uzunluğu, yetersiz topuk vuruşu gözlenirken kalça, ayak bileği ve dizde yetersiz fleksiyon ve yürüyüşte asimetrik adım süreleri görülür (McIntosh, Brown, Rice ve Thaut, 1997). Bu değişimler düşme riskinde artma ve yaşam kalitesinde azalma meydana getirirken bireyin bağımsızlığını da olumsuz yönde etkiler. Bu açıdan bakıldığında yürüyüş parametrelerinde düzelmeyi sağlayabilecek etkili tedavi programlarının geliştirilmesi ve uygulanması bu hastalık ile yaşamak zorunda olan bireyler için çok önemlidir.

Müziğin beynimizdeki mekanizmalarını araştıran çalışmalar temel olarak müziğin en önemli yapı taşlarından biri olan "ritim" üzerinde durmuşlardır (Thaut, McIntosh, McIntosh ve Hoemberg, 2001). Ritim ile ilgili yapılan nörobiyolojik çalışmalar müziğin kültürel ve sosyal alanlar dışında rehabilitasyon alanında da yer almasına yardım etmiştir (Thaut, 2003). İnsanların kendi iç ritimlerine uygun hareket etmeye meyilli oldukları ve bu biyolojik ritme uygun olan dışardan bir işitsel uyarı sağlandığında, hareketi o ritme uygun bir şekilde ortaya çıkarttıkları belirtilmiştir (Thaut, 2003). Eksplicit zamanlama gerektiren görevler yapılırken birey verilen uyarının süresinin tamamında katılım gerçekleştirme durumundayken, implicit zamanlamada bu verilen görevde uyarının süre uzunluğu talimat olarak işlenmezken süre yine de performansı etkiler (Mioni, 2018). Bireyler önceden kaydedilmiş bir standarda kıyasla ritimler arası zamanı kasıtlı olarak tahmin ettiğinde eksplicit zamanlama devreye girer (Nombela, Hughes, Owen ve Grahn, 2013).

PH'da, eksplicit zamanlama mekanizmalarının bozulması yürüme bozukluğunun sebeplerinden biri haline gelirken, implicit zamanlama korunmuş gibi görünmektedir (Jones, Malone, Dirnberger, Edwards ve Jahanshahi, 2008). Ritimsel mekanizmaları yeniden kalibre etmek için ritim yapıcı olarak görsel, işitsel veya dokunsal uyarımlar gibi çeşitli harici duyuşal

ipuçları kullanılmıştır (Erra, Mileti, Germanotta, Petracca, Imbimbo ve De Biase, 2019). Görsel veya dokunsal primer kortekslerle karşılaştırıldığında, işitsel korteksin daha kısa reaksiyon sürelerine sahip olduğu gösterilmiştir (Jones ve diğ., 2008). Bilişsel aktiviteye olan ihtiyacın azaldığı durumlarda yürüyüş parametrelerinde düzelme görüldüğü bildirilmiş (Al-Yahya, Dawes, Smith, Dennis, Howells ve Cockburn. 2011). PH üzerine müzik ile yapılan çalışmalarda müziksel-akustik uyarılar ritmik işitsel algılama ile motor alışkanlıklar arasındaki bağlantıyı kuvvetlendirmek (Thaut, 2005), veya ilaç bağımlılığını azaltmak için kullanılmıştır (Rochester, Rafferty, Dotchin ve Walker, 2010). Bu çalışmalarda kişisel müzik tercihleri ile ritmik işitsel uyarımın birleştirilmesinin yürüyüş parametreleri üzerinde ne gibi bir etki göstereceği irdelenmemiştir. Bu vaka çalışmasında, kişisel olarak tercih edilen müziğin sunduğu vuruşların ne zaman geleceğine olan aşinalığın; ekspilisit zamanlama ve işitsel uyarının (impilisit), yürüyüşün eş zamanlanması için gerekli olacak bilişsel aktiviteye ihtiyacı azaltıp yürüyüş parametrelerinde iyileşme sağlayabileceğini öngördük.

## **Gereç ve Yöntem**

### **Birey**

Çalışmamıza dahil ettiğimiz olgu, 77 yaşında, 169cm, 61 kg ve (Birleşik Parkinson Hastalığı Derecelendirme Ölçeği (BPHDÖ): 19) (Gündüz, Otman, Köse, Bilgin ve Elibol, 2009) hafif derece PH'si olan iki taraf tutulum gösteren bir erkek bireydi. PH tanısı 2017 yılında konulan hastanın medikal tedavisi ile birlikte Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Nöroloji ünitesinde fizyoterapi ve rehabilitasyon programı devam etmektedir. Çalışmaya katılmaya engel işitsel bir problemi olmayan, bağımsız yürüyebilen olgu, kognitif durumu belirlemek için yapılan; oryantasyon, hafıza, yönetici fonksiyonlar, dikkat, görsel-uzamsal yetenek, saat çizimi gibi alt boyutları olan Mini Mental Durum Değerlendirmesi Ölçeğinden (Kaya, 2016) tam puan almıştır. Olgu emekli öğretim görevlisi olup eşiyile beraber yaşamaktadır. Çalışmanın tüm detayları bireye anlatılmış ve çalışmaya gönüllü olarak katıldığına dair yazılı onam formu alınmıştır.

### **Ölçümler**

Çalışmamıza dahil olan olgumuzun yürüyüş parametrelerini değerlendirmek için pudralı zeminde ayak izi ölçümü kullanılmıştır. Bireyden normal yürüyüş hızı ile 6 metrelik pudralı zeminde yürümesi istenmiş ve bu yürüyüş sonucunda pudralı zeminde çıkan ayak izleri

üzerinden ölçümler yapılmıştır (Balcı, 2006). 6 metrelik yürüyüş zemininin ilk sağ ve sol adımı ile son 1 metresindeki ayak izleri dikkate alınmamıştır. Ortalama yürüyüş süresi (sn), ortalama adım sayısı ve ortalama adım uzunluğu ölçülen yürüyüş parametreleridir. Olgu pudralı zeminde yürürken yürüyüş videoya çekilmiş ve daha sonra bu videodan bir düzenleme programı yardımıyla (VEGAS Movie Studio Platinum 30 günlük denem sürümü, 2020) ortalama süre ve adım sayısı tespit edilmiştir. Sağ adım uzunlukları için, sol topuk ve sağ topuk arasındaki mesafe zeminde oluşan izlerden ölçülmüştür ve aynı işlem sağ topuk sol topuk sırasıyla sol adım uzunluğu için de yapılmıştır. Bütün prosedür iki defa tekrar edilmiş olup ölçümlerin ortalamaları alınmıştır.

### **Ritim Belirleme ve Kişisel Müzik Tercihi ile Birleştirme**

Olgu ile yapılan ilk görüşmede ortalama dakikadaki adım sayısı, birey altı metrelik pudralı zeminde yürüyüşü gerçekleştirirken çekilen video kayıttan belirlenmiştir. 6 metrelik yürüyüş zemininin ilk ile son 1 metresindeki adımları dikkate alınmamıştır. Yürüyüş 5 dakikalık dinlenme araları ile iki defa tekrar edilmiştir. Ortalama dakikadaki adım sayısı (r);  $r=a/t*60$  (a=ortalama adım sayısı, t: ortalama süre) formülü ile hesaplanmıştır. 81,43 olarak hesaplanan ortalama dakikadaki adım sayısı ile ritim oluşturmak için kullanılan bir site (onlinesequencer.net, 2020) yardımıyla her bir ekstremite için ayrı notadan oluşacak şekilde iki notalı bir ritim hazırlandı. Bu müzik için elektronik piyano enstrüman olarak seçildi.

Ritim belirlendikten sonra kişinin en çok sevdiği ve dinlediği müzik parçası sorgulandı. Türk Halk Müziği parçası olan “Beyaz Giyme Toz Olur” birey tarafından kişisel müzik tercihi olarak iletildi. Hastanın tercih ettiği parçanın ritmi (MixMeister BPM Analyzer, 2020) bir programla ölçmüş olup 85bpm (beats per minute) olarak tespit edilmiştir. Tercih edilen parçaya ait 85bpm, (Audacity, 2020) adlı bir müzik işleme programı ile olgu için belirlenen ritim olan 81,43bpm’e düşürülmüştür. Çalışmamızın temelini oluşturan; tercih edilen müzik ve kişiye ait ortalama dakikadaki adım sayısı ile aynı vuruş yapısına sahip olan iki notalı ritim yine Audacity adlı program yardımıyla vuruş zamanları üst üste gelecek şekilde senkronize edilip tek bir müzik parçası haline getirilmiştir.

Eşleştirilen bu ritmik uyaran bir mp3 (MPEG-1 Audio Layer III) dosyasına dönüştürülerek mobil ortamdan rahat ve ergonomik bir kulaklık ile olguya dinletildi.

### **Uygulama**

İlk gün olgunun pudralı zeminde 5 dakika ara ile iki defa yürümesi istendi ve yürüyüş parametreleri kaydedildi. Daha sonra olguya ortalama dakikadaki adım sayısı ile eşleşen iki notalı ritimsel müzik bir kulaklık ile dinletildi. Hastanın hangi notayı duyduğunda hangi ayağını atması gerektiği ve notaları nasıl takip etmesi öğretildi ve hastanın bu işlemi anladığı teyit edildi. Olgunun bu ritimsel müzik ile pudralı zeminde 5 dakika arayla iki defa yürümesi istendi ve yürüyüş parametreleri tekrar kaydedildi.

İkinci gün, olguya kişisel müzik tercihi ve ritmik işitsel uyarımın birleştirilmesi ile hazırlanan ritmik müzik dinletilerek yeniden eğitim verildi. İkinci aşama olarak ritmik işitsel uyarım ve kişisel müzik tercihinin birleştirilmiş haliyle yürüme için olgu bilgilendirildi ve önceki günden farkının sadece kendi tercih ettiği müziğin de aynı ritimle dinletileceği ve önceki gün kullanılan ritim ile aynı tempoda olacağı belirtildi. Olgudan öğretildiği gibi pudralı zeminde, bilgisayar ortamında birleştirilmiş müziği mobil ortamdan kulaklık aracılığıyla dinleyerek yürümesi istendi. Deneme yürüyüşü iki defa tekrar edildi ve her tekrar arasında 5 dakika mola verildi. İki deneme yürüyüşünden sonra olgunun uygulamayı anladığından emin olunduktan sonra tekrar her bir uygulama arası beş dakika mola verilerek iki defa ritmik işitsel uyarım ve kişisel müzik tercihinin birleştirilmiş halini içeren müzik ile beraber olgu pudralı zeminde yürütüldü ve bütün aşamalar video ile kayıt altına alınırken sonuçlar not edildi.

### **Bulgular**

Olgumuzun ritimsiz, ritmik işitsel uyarım ve ritmik işitsel uyarım ile kişisel müzik tercihinin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan müzikle yürüyüşü sonrası ortalama adım uzunluğu, yürüyüş süresi ve adım uzunluğu sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Olgunun ortalama adım uzunluğu normal yürüyüşe göre, ritmik işitsel uyarımla yürüyüşü sonucunda %7,61 (3,7 cm), ritmik işitsel uyarım ve kişisel müzik tercihinin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan müzikle yürüyüş sonrası %9,25 (4,5 cm) artış göstermiştir (Tablo 1). Ritmik işitsel uyarım ve kişisel müzik tercihinin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan müzik ile yapılan yürüyüş, tek başına ritmik işitsel uyarımla beraber olan yürüyüşe göre adım uzunluğunda ise %1,64 (0,8cm) artış sağlamıştır (Tablo 1).

Olgumuzda adım uzunluğunun artışı ile birlikte yürüyüş süresinde de değişiklik görülmüştür. Normal yürüyüşe göre, ritmik işitsel uyarımla beraber yapılan yürüyüşte %9,38 (0,6 sn.), ritmik işitsel uyarım ve kişisel müzik tercihinin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan müzikle yürüyüşte %14,29'luk (1 sn.) azalma göstermiştir (Tablo 1). Ritmik işitsel uyarım ve kişisel müzik tercihinin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan müzik ile yapılan yürüyüş, tek başına ritmik işitsel uyarımla beraber olan yürüyüşe göre ortalama yürüyüş süresinde %6,25 (0,4 sn.) azalma sağlamıştır (Tablo 1).

Olgumuzun yürüyüşlerdeki adım sayısına baktığımızda, normal yürüyüşe göre ritmik işitsel uyarımla beraber gerçekleştirilen yürüyüş %10,53 (1 adım), ritmik işitsel uyarım ile kişisel müzik tercihinin birleştirilmesi sonrası ortaya çıkan müzik ile yürüyüş %15,79 (1,5 adım) azalma sağlamıştır (Tablo 1). Ritmik işitsel uyarım ve kişisel müzik tercihinin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkan müzik ile yapılan yürüyüş, tek başına ritmik işitsel uyarımla beraber olan yürüyüşe göre ortalama %5,88 (0,5 adım) azalma sağlamıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Farklı yürüyüş yaklaşımları arasında yürüyüş parametrelerinde oluşan değişimler.

|                                  | <b>Normal ve Ritim<br/>ile Yürüyüş<br/>Arasındaki Akut<br/>Fark</b> | <b>Birleştirilmiş Müzik<br/>ve Ritimle Yürüyüş<br/>ile Normal Yürüyüş<br/>Arasındaki Akut<br/>Fark</b> | <b>Birleştirilmiş<br/>Müzik ve Ritimle<br/>Yürüyüş ile Sadece<br/>Ritimle Yürüyüş<br/>Arasındaki Akut<br/>Fark</b> |
|----------------------------------|---|--|--|
| <b>Ort. Adım Uzunluğu (cm)</b>   | +3,7  | +4,5   | +0,8   |
| (%)                              | 7,61  | 9,25   | 1,64   |
| <b>Ort. Yürüyüş Süresi (sn.)</b> | -0,6  | -1   | -0,4   |
| (%)                              | 9,38  | 14,29  | 6,25   |
| <b>Ort. Adım Sayısı</b>          | -1  | -1,5   | -0,5   |
| (%)                              | 10,53   | 15,79  | 5,88   |

Ort.: ortalama; (%): Değişimlerin yüzdelik farkı.

## **Tartışma**

Ritmik işitsel uyarımın Parkinson hastalığında yürüyüş üzerine etkilerini inceleyen sistematik derleme ve meta analiz çalışmalarında, ritmik işitsel uyarımın etkili olduğu bildirilmiştir (Ghai, Ghai, Schmitz ve Effenberg, 2018). Bu olgu çalışmasında, literatürde yer alan çalışmalardan yola çıkılarak ritmik işitsel uyarıya kişisel müzik tercihinin eklenmesinin yürüyüş üzerinde nasıl bir etki oluşturacağı merak edilmiştir. Kişisel müzik tercihi ile birleştirilen ritmik işitsel uyarımla beraber yapılan yürüyüşün hem ritimsiz hem de ritmik işitsel uyarıma göre olgunun yürüyüş parametrelerine olumlu etkisinin olduğu görülmüştür.

Skodda, Flasskamp ve Schlegel (2010) yaptıkları bir çalışmada, Parkinson hastalığında müziğin dahil edildiği tedavi uygulamalarının, içerdikleri basit ritimler sayesinde faydalı olabilecekleri bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise ritimde meydana gelebilecek değişimleri algılamakta Parkinson hastalığı olan bireylerin problem yaşayabileceğinin göz önünde bulundurulması gerektiği bildirilmiştir (Grahm ve Brett, 2009). Bizim çalışmamızda kişisel müzik tercihinin basit ritim ile kullanımının bu algılama sorununu azaltmış olabileceğini ve basit ritimsel yürüyüşe göre daha fazla üstünlük sağlamış olabileceğini düşünmekteyiz.

Jones, Malone, Dirnberger, Edwards, Jahanshahi (2008) ekspilisit zamanlama mekanizmalarının Parkinson hastalığı olan bireylerde etkilendiğini bildirdikleri çalışmalarında, implisit zamanlama mekanizmalarında bir problem olmadığını bildirmişlerdir. Ekspilisit zamanlama mekanizmaları bir iç zamanlayıcıyı temsil ederken yani gelebilecek sonraki ritmi, önceden edindiği ve hafızasında yer edinen bir aşinalık yardımı ile tahmin etmeyi sağlayan bir mekanizmadır. İmpilisit zamanlama mekanizmaları ise daha çok dış uyaranlar ile bağlantılı olan ve serebellum tarafından kontrol edilen bir mekanizmadır. Çalışmamızda bu iki mekanizmanın tek bir uyaranda birleştirilmesinin ve iki mekanizmanın aynı anda çalışmaya zorlanmasının etkilenmiş olabilecek olan ekspilisit zamanlayıcının, impilisit zamanlayıcı sayesinde daha iyi çalışmış olabileceği ve olgunun yürüyüş parametrelerinde görülen akut dönemde olumlu etki oluşmasında rol oynamış olabileceğini düşünmekteyiz.

Ritmik işitsel uyarımın etken özelliklerinden birinin insan beynindeki eğlenme mekanizmasıyla bağlantılı olduğu ve bu mekanizmanın işitsel ve motor sistemler arasındaki bağlantılara bağımlı olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Moens ve Leman, 2015). Yaptığımız çalışmada olgunun sevdiği ve tercih ettiği müzik türünü kullanmamız bu eğlenme



faktörünü aktif hale getirip bu ağ aracılığıyla yürüyüş parametrelerinde ritimli yürüyüşe göre üstünlük sağlamış olabileceğini düşünmekteyiz.

Olgumuzdan elde ettiğimiz sonuçlar, ritmik işitsel uyarım ile kişisel müzik tercihinin birleştirip yürüyüşün bu şekildeki bir uyararla gerçekleştirilmesinin yürüyüş parametreleri üzerinde olumlu sonuçlar oluşturabileceğini düşündürdü. Bu hasta grubu ile çalışan klinisyenler tarafından daha fazla ve daha kapsamlı çalışmalar yapılmasının uygun olacağını düşünmekteyiz.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar çatışmasının olmadığını taahhüt eder.

### Kaynakça

- Xia, R., Mao, Z.H. (2012). Progression of motor symptoms in Parkinson's disease. *Neuroscience Bulletin*, 28(1):39–48
- Tysnes, O., Storstein, A. (2017). Epidemiology of Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission*, 124, 901–905. <https://doi.org/10.1007/s00702-017-1686-y>
- Jones, D., Rochester, L., Birtleson, A., Kwakkel, G. (2008). Everyday walking with Parkinson's disease: understanding personal challenges and strategies. *Disability and Rehabilitation*, 30(16):1213–1221.
- McIntosh, G.C., Brown, S.H., Rice, R.R., Thaut, M.H. (1997). Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 62(1):22–26.
- Thaut, M. H., McIntosh, K. W., McIntosh, G. C., & Hoemberg, V. (2001). Auditory rhythmicity enhances movement and speech motor control in patients with Parkinson's disease. *Functional Neurology*, 16(2), 163-172.
- Thaut, M. H. (2003). Neural basis of rhythmic timing networks in the human brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999(1), 364-37.
- Mioni, G., Capizzi, M., Vallesi, A., Correa, Á., Di Giacopo, R., & Stablum, F. (2018). Dissociating explicit and implicit timing in parkinson's disease patients: Evidence from bisection and foreperiod tasks. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 17. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00017>
- Nombela, C., Hughes, L.E., Owen, A.M., Grahn, J.A. (2013). Into the groove: Can rhythm influence Parkinson's disease? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(10, Part 2):2564-70. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.08.003>
- Jones, C.R.G., Malone, T.J.L., Dirnberger, G., Edwards, M., Jahanshahi, M. (2008). Basal ganglia, dopamine and temporal processing: Performance on three timing tasks on and off medication in Parkinson's disease. *Brain and Cognition*, 68(1):30-41. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.02.121>
- Erra, C., Mileti, I., Germanotta, M., Petracca, M., Imbimbo, I., De Biase, A., et al. (2019). Immediate effects of rhythmic auditory stimulation on gait kinematics in Parkinson's disease ON/OFF medication. *Clinical Neurophysiology*, 130(10):1789-97. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.07.013>
- Al-Yahya, E., Dawes, H., Smith, L., Dennis, A., Howells, K., & Cockburn, J. (2011). Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(3), 715–728. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.08.008>
- Thaut M. H. (2005). The future of music in therapy and medicine. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 303–308. <https://doi.org/10.1196/annals.1360.023>
- Rochester, L., Rafferty, D., Dotchin, C., Msuya, O., Minde, V., & Walker, R. W. (2010). The effect of cueing therapy on single and dual-task gait in a drug naïve population of people with Parkinson's disease in northern Tanzania. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 25(7), 906–911. <https://doi.org/10.1002/mds.22978>
- Güçlü Gündüz, A., Otman, A.S., Köse, N., Bilgin, S., Elibol, B. (2009). Parkinson hastalığında farklı denge ölçeklerinin karşılaştırılması. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 20(1):17-24.
- Kaya, D., Isik, A. T., Usarel, C., Soysal, P., Ellidokuz, H., & Grossberg, G. T. (2016). The Saint Louis University Mental Status Examination is better than the Mini-Mental State Examination to determine the cognitive impairment in Turkish elderly people. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(4), 370-e11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2015.12.093>
- Balcı, K. Multipl Sklerozlu Hastalarda Gün İçindeki Yürüyüş Parametrelerinin ve Günlük Maksimum (2006). Yürüyüş Mesafesi Değişimlerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Ghai, S., Ghai, I., Schmitz, G., & Effenberg, A. O. (2018). Effect of rhythmic auditory cueing on parkinsonian gait: A systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*, 8(1), 506. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16232-5>
- Skodda, S., Flasskamp, A., & Schlegel, U. (2010). Instability of syllable repetition as a model for impaired motor processing: is Parkinson's disease a "rhythm disorder"?. *Journal of Neural Transmission* (Vienna, Austria : 1996), 117(5), 605–612. <https://doi.org/10.1007/s00702-010-0390-y>
- Grahn, J. A., & Brett, M. (2009). Impairment of beat-based rhythm discrimination in Parkinson's disease. *Cortex; A Journal Devoted to The Study of the Nervous System and Behavior*, 45(1), 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.01.005>
- Moens, B., & Leman, M. (2015). Alignment strategies for the entrainment of music and movement rhythms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337, 86–93. <https://doi.org/10.1111/nyas.12647>