

---

## EFEKTIVITAS *VIRTUAL REALITY* TERHADAP REHABILITASI *CHRONIC ANKLE INSTABILITY: LITERATURE REVIEW*

Tia Nadia Suma\*

Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia  
Jalan Siliwangi Nomor 63, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

\*Email: kulkul45361@gmail.com

---

### ABSTRAK

*Ankle sprain* merupakan cedera yang paling sering terjadi pada populasi aktif. *Ankle sprain* dapat berkembang menjadi *chronic ankle instability* yang menimbulkan berbagai permasalahan sehingga menyebabkan keterbatasan fungsional dan mempengaruhi kualitas hidup. *Virtual reality* menghadirkan simulasi lingkungan interaktif, realistis, menarik dan aman digunakan sehingga bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan fungsional penderita *chronic ankle instability*. Tujuan studi ini adalah untuk menyajikan bukti terkini terkait efektivitas *virtual reality* terhadap rehabilitasi *chronic ankle instability*, seperti kekuatan otot, keseimbangan, stabilitas *ankle*, dan performa melalui studi literatur. Metode studi ini adalah *literature review* dengan *framework* PICOT(T) (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Time, (Type of study)*). Pencarian artikel menggunakan 4 *database* (*PubMed Central, PubMed, Proquest, dan Google Scholar*) dengan kata kunci yang telah dibuat, seleksi artikel menggunakan *flowchart*, dan penilaian kritis artikel. Hasil keseluruhan pencarian dari 4 *database* diperoleh 852 artikel. Setelah dilakukan *screening* berdasarkan kriteria inklusi dan kriteria eksklusi, diperoleh 7 artikel yang menunjukkan efektivitas penggunaan *virtual reality* terhadap rehabilitasi *chronic ankle instability*. Berdasarkan *literature review*, mengungkapkan bahwa latihan berbasis *virtual reality* efektif terhadap rehabilitasi pasien *chronic ankle instability*.

**Kata kunci:** *Chronic ankle instability; Exergame; Functional ankle instability; Virtual reality training*

---

### ABSTRACT

*Ankle sprain* is injury that often occur in the active population. *Ankle sprain* may develop *chronic ankle instability* which causes various impairments. Therefore, it leads to functional limitations and affects quality of life. *Virtual reality* provides an interactive, realistic, attractive, and safe environment simulation that is useful for improving physical function of *chronic ankle instability* patients. The aim of studi was to provide up-to-date evidence related to the effectiveness of *virtual reality* on *chronic ankle instability* rehabilitation, such as muscle strengths, balance, ankle stability, and performance through literature review. The methods of the study was a literature review with the PICOT(T) framework (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Time, (Type of study)*). The method's stages were articles search using 4 databases (*PubMed Central, PubMed, Proquest, and Google Scholar* with keywords that have been created, articles selection using *flowchart*, and critical appraisal of articles. The results showed that there were 852 articles obtained by the overall search of 4 databases. After screening articles based on inclusion criteria and exclusion criteria, 7 journals proved the effectiveness of the use of *virtual reality* on *chronic ankle instability* rehabilitation. According to the literature review, *virtual reality-based exercise* is effective on *chronic ankle instability* rehabilitation.

**Keywords:** *Chronic ankle instability; Exergame; Functional ankle instability; Virtual reality training*

---

## PENDAHULUAN

*Ankle sprain* merupakan salah satu cedera muskuloskeletal yang paling sering terjadi pada populasi yang aktif secara fisik (Houston et al., 2014; T. H. Kim et al., 2014; Linens et al., 2014). Hal ini merupakan akibat dari benturan, luka, maupun gerak berulang dalam jangka waktu yang lama (Emily & Wibisono, 2021). *Single ankle sprain* dapat menimbulkan cedera berulang dan sekitar 20-40% akan berkembang menjadi *chronic ankle instability* (Al-Mohrej & Al-Kenani, 2016; Faruhasa, 2020; Linens et al., 2014) Di seluruh dunia, sekitar 712.000 orang mengalami *ankle sprain* setiap hari (Thompson et al., 2018). *Ankle sprain* terjadi sekitar 80% pada atlet dalam dekade terakhir (Houston et al., 2014; Linens et al., 2014) Berdasarkan data dari Poliklinik KONI Jakarta dengan rentang waktu September–Oktober 2012, *ankle sprain* merupakan cedera yang paling banyak dialami oleh atlet PON XVIII/2012 DKI Jakarta dengan prevalensi sebesar 41,1% (Kris et al., 2016).

Sekitar 74% pasien yang mempertahankan *single ankle sprain* setelah cedera awal akan menimbulkan gejala yang bertahan selama bertahun-tahun seperti pembengkakan, nyeri, kelemahan otot, dan perasaan tidak stabil (Houston et al., 2014). Gejala tersebut mengakibatkan perubahan gaya berjalan, ketidakmampuan untuk menahan beban, dan menjaga *base of support* (Hoch & Mullineaux, 2016). *Chronic ankle instability* dapat menimbulkan gangguan mekanis dan fungsional yang dapat membatasi aktivitas pekerjaan dan rekreasi dalam jangka panjang dan berakibat pada kualitas hidup yang buruk (Hiller et al., 2012).

Mengingat ancaman pandemi Covid-19, metode rehabilitasi tanpa kontak seperti telerehabilitasi sangat membantu (Fiani et al., 2020). Layanan kesehatan menghadapi tantangan dalam memberikan perawatan pasien menggunakan teknologi modern (Wang et al., 2020). Beberapa studi menyatakan bahwa fisioterapi dapat

meningkatkan fungsi neuromuskular, kinetika dan kinematika pasien *chronic ankle instability* (E. Kim et al., 2017; Kobayashi et al., 2014; Shih et al., 2018; Watabe et al., 2021). *Virtual reality* merupakan teknologi interaktif yang menghadirkan simulasi lingkungan realistik dan berbagai intervensi inovatif (Ruthenbeck & Reynolds, 2014; Shousha & Abo-zaid, 2021) Perangkat ini aman digunakan dan bermanfaat dijadikan intervensi fisioterapi (Wardini et al., 2013). *Virtual reality* juga dapat memotivasi pasien yang membutuhkan pembelajaran motorik berulang melalui interaksi aktivitas multisensori, seperti keterampilan tangan, aktivitas kehidupan sehari-hari, mobilitas, keseimbangan, kognisi dan pembelajaran umpan balik (KJ Kim, 2015).

Sejauh ini studi tentang program latihan konvensional terbukti dapat meningkatkan keseimbangan, tetapi program ini memiliki kelemahan seperti kebosanan bagi sebagian orang dan tidak dapat membangkitkan minat pasien terhadap latihan (K.-J. Kim & Heo, 2015; Vernadakis et al., 2012). Di sisi lain, *virtual reality* sangat berguna dijadikan intervensi fisioterapi karena dapat digunakan sebagai latihan berulang serta dapat mengembangkan keseimbangan yang baik (KJ Kim et al., 2014). Hasil penelitian Duque et al. menunjukkan bahwa latihan keseimbangan menggunakan perangkat *virtual reality* dapat meningkatkan parameter keseimbangan secara signifikan pada orangtua yang mudah terjatuh ( $P < 0,01$ ). Hal ini juga berkaitan dengan penurunan signifikan pada insidensi jatuh dan tingkat ketakutan terhadap jatuh pada orangtua ( $P < 0,01$ ) (Duque et al., 2013). Tidak hanya itu, *virtual reality* dapat meningkatkan ketertarikan, motivasi dan kesenangan terhadap latihan pada pasien. Ini merupakan faktor peningkatan kepuasan pasien (Blasco et al., 2021).

Beberapa penelitian telah melaporkan manfaat penggunaan *virtual reality* dalam rehabilitasi *chronic ankle instability* (K.-J. Kim & Heo, 2015; KJ Kim, 2015; Shousha & Abo-zaid, 2021). Namun, belum ada *literature review* dari temuan yang relevan

telah diterbitkan hingga saat ini. Oleh karena itu, tujuan *review* ini adalah untuk menyajikan bukti terkini terkait efektifitas *virtual reality* terhadap rehabilitasi *chronic ankle instability*, seperti kekuatan otot, keseimbangan, stabilitas *ankle* dan performa melalui studi literatur.

## METODE PENELITIAN

Tahap yang dilakukan dalam menyusun *literature review* adalah melakukan pencarian *literature*, membuat istilah pencarian (*keywords*), seleksi kriteria inklusi dan eksklusi, penilaian kritis, dan menyusun teks (Ferrari, 2015). *Framework research question* yang digunakan untuk mengidentifikasi pertanyaan *review* dan sebagai strategi pencarian adalah P (*Population, patient, problem*), I (*Intervention*), C (*Comparison*), O (*Outcome*), T (*Time*), (T) (*Type of study*) (Riva et al., 2012).

- *Population*: penderita *chronic ankle instability*
- *Intervention*: *virtual reality, exergame*
- *Comparison*: intervensi atau *exercise* lainnya (rehabilitasi standar, latihan fisik) dan tanpa intervensi
- *Outcomes*: *range of motion*, keseimbangan, kekuatan, nyeri, kualitas hidup
- *Time*: 10 tahun terakhir (2011-2021)
- *Type of study*: *randomized controlled trials*

Kriteria inklusi yang disusun adalah *research article*, artikel yang di publish *full text*, artikel yang terbit dalam bahasa inggris, artikel yang diterbitkan 10 tahun terakhir (2011-2021), artikel yang berhubungan dengan manusia, artikel yang membahas tentang efektivitas *virtual reality* terhadap rehabilitasi *chronic ankle instability*. Kriteria eksklusi yang disusun adalah artikel yang menggunakan judul bahasa Inggris tetapi isi jurnal menggunakan selain bahasa Inggris, artikel dalam bentuk naskah publikasi, artikel yang diterbitkan dalam bentuk artikel opini, artikel yang diterbitkan dalam artikel berbayar, dan artikel yang membahas penyakit penyerta.

Penulis menggunakan 4 *database* untuk mencari artikel, diantaranya adalah *PubMed Central, PubMed, Proquest*, dan *Google Scholar*. Peneliti membuat *keywords* sesuai *framework research question* yang telah ditentukan dan menggunakan *boolean operator*, yaitu ((*chronic mechanical OR functional*) AND "*ankle instability*") AND ("*Virtual reality*" OR *Wii* OR *Kinect*) AND ("*self-reported*" OR "*range of movement*" OR *strength* OR *balance* OR *pain* OR "*quality of life*"). Hasil pencarian studi literatur dari 4 *database* kemudian disimpan pada folder khusus di mesin *bibliography Mendeley*. Setelah diperiksa duplikasi artikel, selanjutnya dilakukan *screening full text* dan *screening* berdasarkan kriteria eksklusi. Setelah itu, penilaian kritis dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian artikel menyangkut berbagai masalah artikel (Ferrari, 2015). Penilaian kritis artikel ditampilkan pada Lampiran 1.

## HASIL PENELITIAN

### 1. Hasil Pencarian

Hasil keseluruhan pencarian dari 4 *database* diperoleh 852 artikel. Terdapat 707 artikel yang tidak duplikasi setelah pemeriksaan duplikasi dilakukan. Selanjutnya, terdapat 17 artikel yang terpilih setelah *screening full text* dilakukan. Setelah 10 artikel dieklusikan, terdapat 7 artikel yang termasuk dalam kriteria inklusi. Hasil dari proses pencarian dan pemilihan artikel diilustrasikan pada Gambar 1.

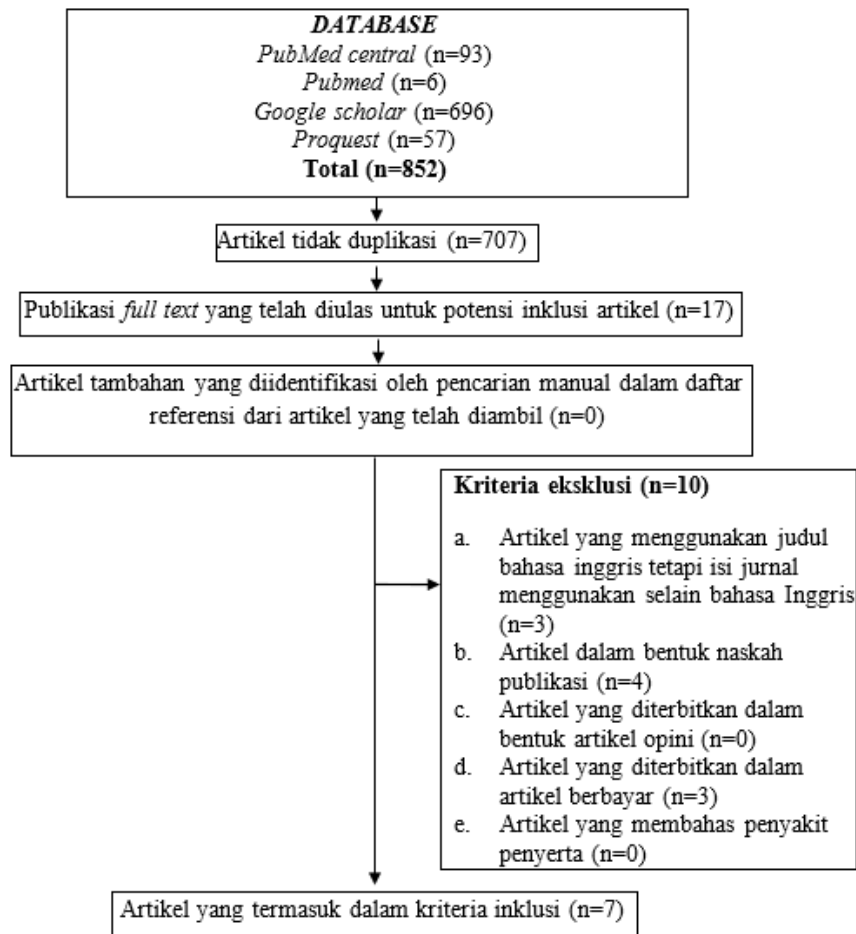
### 2. Karakteristik Desain Penelitian dan Lokasi Geografis.

Setelah melalui proses *screening* berdasarkan kriteria inklusi dan kriteria eksklusi, diperoleh 7 artikel dengan desain penelitian *randomized controlled trial*. Mayoritas penelitian dilakukan di negara maju, yaitu Korea Selatan yang berjumlah 4 artikel. Lalu diikuti oleh negara berkembang, yaitu Iran berjumlah 2 artikel, dan Mesir berjumlah 1 artikel.

### 3. Karakteristik Partisipan/Penderita *Chronic Ankle Instability*

Terdapat beberapa karakteristik penderita *chronic ankle instability* pada hasil *review* ini. Diantaranya, yaitu jenis kelamin,

usia dan pekerjaan. Artikel A1, A2, A3, A6 menyebutkan bahwa kondisi *chronic ankle instability* lebih banyak diderita oleh wanita.



Gambar 1. Flowchart proses pemilihan literatur (Ferrari, 2015)

Mayoritas pekerjaan partisipan adalah atlet, yaitu pada artikel A4, A5, dan A7. Lalu diikuti oleh mahasiswa, yaitu pada artikel A1 dan A2.

#### 4. Intervensi *Virtual Reality*

Semua artikel menggunakan perangkat *virtual reality* Nintendo Wii® (Nintendo Co, Ltd, Kyoto, Jepang) sebagai intervensi. Program latihan ditujukan untuk meningkatkan kekuatan otot, keseimbangan tubuh, performa, dan stabilitas *ankle*. Khusus pada artikel A2, latihan berbasis *virtual reality* dikombinasikan dengan penggunaan kinesiotaping untuk meningkatkan keseimbangan statis dan dinamis. Karakteristik studi dirinci pada Tabel 1 dan hasil studi dirinci pada Tabel 2.

## PEMBAHASAN

### 1. Karakteristik Partisipan/Penderita *Chronic Ankle Instability*

Artikel A1, A2, A3, A6 menyebutkan bahwa kondisi *chronic ankle instability* lebih banyak diderita oleh Wanita. Peran jenis kelamin terhadap besarnya insidensi *chronic ankle instability* belum jelas (Lin et al., 2021). Sejalan dengan hasil temuan *review* ini, studi menunjukkan bahwa atlet wanita memiliki prevalensi *chronic ankle instability* yang lebih tinggi (32%,  $p < 0,05$ ) daripada atlet pria (17%,  $p < 0,05$ ) (Tanen et al., 2014). Donovan et al. juga menunjukkan prevalensi *chronic ankle instability* pada wanita 26,2% dan pada pria 23,5% (Donovan et al., 2020). Akan tetapi, hal ini tidak sejalan dengan hasil sebuah studi yang menunjukkan prevalensi *chronic ankle*

*instability* pada pria 2,33 kali lipat lebih besar (1,1%) dibandingkan wanita (0,7%) (Hershkovich et al., 2015). Data dari *National Collegiate Athletic Association* (NCAA) juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan jenis kelamin terhadap besarnya insidensi *ankle sprain* pada populasi atlet (RR = 0,95, 95%CI = 0,86-1,05) (Roos et al., 2016).

Mayoritas partisipan adalah mereka yang berada di usia dewasa muda (18-30 tahun), yaitu pada artikel A1, A2, A3, A4, A5, A6. Walaupun demikian, hasil temuan tersebut tidak sejalan dengan sebuah studi yang menyatakan bahwa usia 41-70 tahun lebih berisiko mengalami *chronic ankle instability* dibandingkan usia dewasa muda ( $p < 0,001$ ) (Kosik et al., 2019). Sebuah studi lain juga menunjukkan bahwa prevalensi *chronic ankle instability* lebih tinggi pada usia <18 tahun (64%) dibandingkan dengan partisipan yang berusia 18-25 tahun (36%) (Lin et al., 2021). Usia <24 tahun berisiko 8,41 kali lipat mengalami *ankle sprain* berulang *setelah ankle sprain* yang terjadi pertama kali (Pourkazemi et al., 2018).

## 2. Pengaruh *Virtual Reality* Terhadap *Proprioception* Penderita *Chronic Ankle Instability*

Hasil dari artikel A3 menunjukkan bahwa latihan keseimbangan berbasis *virtual reality* dapat meningkatkan proprioepsi pada penderita *functional ankle instability* baik pada bidang sagital maupun bidang horizontal. Defisit sistem proprioseptif merupakan penyebab utama kelemahan otot dan ketidakstabilan postural *setelah ankle sprain* (Zouita et al., 2013). Penguatan *proprioception* penting untuk rehabilitasi *functional ankle instability* karena *proprioception* dapat mempengaruhi stabilitas postural dan mengubah reaksi untuk *weight support* (Ha et al., 2018; Lazarou et al., 2018; Switlick et al., 2015; Zouita et al., 2013). Meningkatkan kekuatan proprioepsi dapat meningkatkan kecepatan reaksi otot peroneus, sensasi motorik, dan mengurangi ketidakstabilan postur (Zouita et al., 2013). Aplikasi latihan berbasis *virtual*

*reality* dapat menginduksi transmisi sinyal yang konsisten dari saraf aferen dan eferen untuk memperkuat proprioepsi melalui interaksi dengan sistem saraf pusat (Switlick et al., 2015).

Kontrol neuromuskular membutuhkan koordinasi yang tepat dari faktor somatosensori, vestibular, visual dan informasi proprioepsi yang diberikan oleh reseptor seperti otot, tendon, sendi, dan kulit (Proske & Gandevia, 2012). Lebih lanjut, penyediaan informasi *proprioception* yang akurat penting untuk *feedforward* dan *feedback* yang efektif sehingga dapat mencegah *ankle sprain* baik dalam keadaan sadar maupun ketika ada perubahan lingkungan yang tidak terduga (KJ Kim, 2015; Proske & Gandevia, 2012)

## 3. Pengaruh *Virtual Reality* Terhadap Keseimbangan Penderita *Chronic Ankle Instability*

Hasil dari artikel A1 menunjukkan bahwa latihan berbasis *virtual reality* dapat meningkatkan keseimbangan statis pada arah keseluruhan, anterior-posterior, dan medial-lateral. Hasil ini sejalan dengan artikel A4 yang menunjukkan bahwa latihan berbasis *virtual reality* dapat meningkatkan keseimbangan statis atlet yang mengalami *functional ankle instability*. Hasil dari artikel A1, A2, dan A4 menunjukkan bahwa latihan berbasis *virtual reality* dapat meningkatkan keseimbangan dinamis. Terdapat peningkatan terhadap keseimbangan dinamis pada arah keseluruhan, anterior-posterior, dan medial-lateral pada artikel A1 dan A2. Sementara itu, hasil dari artikel A7 menunjukkan adanya peningkatan stabilitas postural pada arah keseluruhan, anterior-posterior, dan medial-lateral

Gangguan keseimbangan terjadi akibat otot-otot disekitar *ankle* lemah (Ambrose et al., 2013). Latihan keseimbangan dapat meningkatkan komunikasi dan koordinasi neuromuskular yang lebih baik disertai dengan peningkatan koordinasi sistem visual, vestibular, dan sensorik (Farsi et al., 2015). Peningkatan aktivitas otot anggota gerak bawah membantu kontrol postural

antisipatif dan memperbaiki gangguan postural yang menghasilkan pengaruh positif terhadap kemampuan keseimbangan (J.-H. Kim & Uhm, 2016).

Aplikasi latihan berbasis *virtual reality* memungkinkan partisipan melakukan latihan berulang dengan gerakan yang terkontrol (K.-J. Kim & Heo, 2015). Latihan berbasis *virtual reality* dapat meningkatkan keseimbangan dengan meningkatkan efisiensi reseptor sensorik, memfasilitasi reseptor neuromuskular, meningkatkan proprioepsi sendi, kecepatan reaksi, dan memperbaiki koordinasi gerakan pada waktu yang sama (Goble et al., 2014; Yamchi et al., 2021).

Peningkatan keseimbangan pada semua arah berkaitan dengan permainan *ski slalom*, *snowboard slalom* dan *table tilt game* pada *virtual reality* yang tidak hanya memacu gerakan arah anterior-posterior tetapi juga memungkinkan gerakan arah medial-lateral (Fung et al., 2012). Hal ini berkaitan juga dengan informasi umpan balik diberikan oleh sistem *virtual reality* mengenai performa dan hasil dari tindakan pasien. Informasi tersebut memberi gambaran tentang kesalahan gerakan dan memotivasi pasien melalui informasi apa yang telah dilakukan pasien dengan benar. Hal ini dapat meningkatkan pembelajaran keterampilan motorik (Vernadakis et al., 2012).

Temuan ini tidak sejalan dengan hasil artikel A2 yang menyimpulkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan keseimbangan statis pada arah keseluruhan, anterior-posterior, dan medial lateral dari aplikasi kombinasi latihan berbasis *virtual reality* dan kinesiotalaping. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh intervensi kinesiotalaping yang tidak menimbulkan pengaruh. Penelitian yang dilakukan oleh Raymond et al. menunjukkan bahwa penggunaan kinesiotalaping tidak efektif terhadap aspek *proprioception* dibandingkan tidak menggunakan kinesiotalaping pada kondisi *ankle sprain* berulang dan *functional ankle instability* (Raymond et al., 2012). Selain itu, jenis *virtual reality* yang digunakan pada artikel

A2 adalah Nintendo Wii Fit Plus. *Virtual reality* jenis ini dibuat untuk tujuan hiburan sehingga sulit untuk mengatur durasi latihan kekuatan otot dan latihan keseimbangan secara akurat. Karena pada jenis latihan seperti *table tilt game*, durasinya dapat bertahan lebih lama yang bergantung pada pencapaian partisipan serta pada jenis latihan lain seperti *ski slalom* durasinya singkat (Kijong Kim & Gang, 2020). Perbedaan hasil temuan ini juga mungkin dipengaruhi karena perbedaan usia populasi serta durasi penerapan intervensi (Shousha & Abo-zaid, 2021).

#### 4. Pengaruh *Virtual Reality* Terhadap Kekuatan Otot Penderita *Chronic Ankle Instability*

Hasil dari artikel A6 menunjukkan bahwa latihan berbasis *virtual reality* dapat meningkatkan kekuatan otot gerak plantarfleksi dan dorsifleksi penderita *chronic ankle instability*. Namun, kekuatan otot dari gerak inversi dan eversi tidak mengalami peningkatan. Saat terjadi *ankle instability*, ketidakseimbangan otot dan kelemahan otot muncul sehingga ini dapat menyebabkan *functional ankle instability* (J.-H. Kim & Uhm, 2016; Yu-Min et al., 2011). Kelemahan pronator, evertor, dan *calf muscle* muncul sebagai akibat dari *chronic ankle instability* (Khalil et al., 2016). Selain itu, penderita *chronic ankle instability* juga lebih cenderung menunjukkan penurunan rasio kekuatan dorsifleksi dan plantarfleksi (Khalil et al., 2016). Hal ini mempengaruhi keterlambatan gerak plantarfleksi maksimum saat berjalan dan lemahnya kekuatan otot dorsifleksi yang mempengaruhi keseimbangan dan gaya berjalan (Punt et al., 2015). Lemahnya kekuatan otot pada *ankle* merupakan gangguan neuromuskular yang paling umum (Guillebastre et al., 2013; Punt et al., 2015). Oleh karena itu, latihan *strengthening* dorsifleksi dan plantarfleksi diperlukan untuk rehabilitasi *ankle sprain* (K.-J. Kim et al., 2015; Punt et al., 2015)

*Strengthening exercise* dapat meningkatkan kontrol akar saraf dan meningkatkan massa otot (Hong et al.,

2014). *Biofeedback training* dapat memotivasi latihan serta meningkatkan kekuatan otot. Latihan dapat merangsang proprioepsi untuk meningkatkan tranduksi sinyal saraf sensorik dari reseptor tekanan pada *ankle* yang mengalami cedera disertai

dengan *motor control* yang dapat meningkatkan aktivitas otot disekitar *ankle* (K. J. Kim, 2013). Dengan meningkatkan kekuatan otot

Tabel 1. Karakteristik Studi

Penulis	Negara	Sampel		Desain Studi		Pengumpulan Data	KA
(K.-J. Kim & Heo, 2015)	Korea Selatan	N	20	Desain	RCT	CAIT	A1
		Jenis kelamin	16 Pr/4 Lk	Intervensi	KK	<i>Strengthening exercise</i> menggunakan Nintendo Wii Fit Plus	BBS
		Umur	21-27 tahun	Intervensi	KE	<i>Balance exercise</i> menggunakan Nintendo Wii Fit Plus	
				Dosis	3x/minggu selama 4 minggu. Durasi total 30 menit, 10 menit <i>warming up</i> dan <i>wrap up exercise</i>		
(Ki-jong Kim & Gang, 2020)	Korea Selatan	N	22	Desain	RCT	CAIT	A2
		Jenis kelamin	17 Pr/5 Lk	Intervensi	KK	Hanya melakukan 2 pengukuran dan tanpa intervensi.	BBS
		Umur	21,6 tahun	Intervensi	KE	Kinesiotaping, <i>Strengthening</i> dan <i>balance exercise</i> menggunakan Nintendo Wii Fit Plus	
				Dosis	3x/minggu selama 4 minggu, durasi 5 menit <i>warm up</i> , 20 menit intervensi, dan 5 menit <i>cooling down</i> .		
(KJ Kim, 2015)	Korea Selatan	N	20	Desain	RCT	CAIT	A3
		Jenis kelamin	8 Pr/2	Intervensi	KK	<i>Strengthening exercise</i>	BID

			Lk		menggunakan Nintendo Wii Fit Plus		
		Umur	22,6 KK	Intervensi KE	<i>Balance exercise</i> menggunakan Nintendo Wii Fit Plus		
			23,2 KE	Dosis	3x/minggu selama 4 minggu, durasi 5 menit <i>warm up</i> , 20 menit intervensi, dan 5 menit <i>cooling down</i> .		
(Yamchi et al., 2021)	Iran	N	30	Desain	RCT	SBT	A4
		Jenis kelamin	30 Lk	Intervensi KK	Tidak melakukan aktivitas olahraga, melakukan aktivitas normal sehari-hari.	YBT	
		Umur	18-30 tahun	Intervensi KE	<i>Strengthening</i> dan <i>balance exercise</i> menggunakan Nintendo Wii Fit Plus	THT	
				Dosis	8 minggu, 3 sesi/minggu, <i>warming up</i> 10 menit, intervensi 30 menit.	LJ	
(Mohammadi et al., 2020)	Iran	N	50	Desain	RCT	ADT	A5
		Jenis kelamin	50 Lk	Intervensi KK	Tidak ada intervensi	TTT	
		Umur	21-27 tahun	Intervensi KE	<i>Strengthening</i> dan <i>balance exercise</i> menggunakan Nintendo Wii Fit Plus	CAIT	
				Dosis	3x/minggu selama 4 minggu, 5 menit <i>warm up</i>	FPTS (HT)	
(K.-J. Kim et al., 2015)	Korea Selatan	N	20	Desain	RCT	CAIT	A6
		Jenis kelamin	16 Pr/4 Lk	Intervensi KK	<i>Balance exercise</i> menggunakan Nintendo Wii Fit Plus	BID	
		Umur	23,3 tahun	Intervensi KE	<i>Strengthening exercise</i>		



(Shousha & Abo-zaid, 2021)	Mesir	N	93	Dosis	menggunakan Nintendo Wii Fit Plus	CAIT	A7
					5 menit warm up, 20 menit intervensi, 5 menit cool down.		
				Desain	RCT		
				Jenis kelamin	93 Lk		
	Umur	12-16 tahun	Intervensi KE	<i>Strengthening dan balance exercise menggunakan Nintendo Wii Fit Plus</i>			
			Dosis	Durasi 60 menit pada KK, 30 menit pada EK, 3x/minggu selama 3 bulan.			

**Sampel:** Pr: Perempuan; Lk: Laki-laki; **Desain:** KK: Kelompok Kontrol; KE: Kelompok Eksperimental; RCT: *Randomized Controlled Trial*; **Pengumpulan Data:** ADT: *Anterior Drawer Test*; BBS: *Biodex Balance System*; BID: *Biodex Isokinetic Dynamometer*; CAIT: *Cumberland Ankle Instability Tool*; FPTS (HT): *Functional Performance Test (Hop Test)*; LJ: *Lateral Jump*; SBT: *Stork Balance Test*; THT: *Triple Hop Test*; TTT: *Talar Tilt Test*; YBT: *Y Balance Test*; **KA:** Kode Artikel

Tabel 2. Hasil Studi

Temuan Klinis	Jumlah Studi	Pengumpulan Data	p-Value*	CI 95%*	p-Value†	CI 95%†	KA	
Proprioception Keseimbangan	1	BID	0,000				A3	
	4	BBS (statis, OASI)	<0,05			<0,05		A1
		BBS (statis, APSI)	<0,05			0,047		A1
		BBS (statis, MLSI)	<0,05					A1
		SST (statis)	<0,002	0,78-0,64	0,001			A4
		BBS (dinamis, OASI)	<0,05		<0,05			A1
		BBS (dinamis, OASI)	<0,05					A2
		BBS (OASI)	0,0001		0,0001	0,58-0,97		A7
		BBS (dinamis, APSI)	<0,05		<0,05			A1
		BBS (dinamis, APSI)	<0,05		0,038			A2
		BBS (APSI)	0,0001		0,0001	0,34-0,56		A7
		BBS (dinamis, MLSI)	<0,05					A1
		BBS (dinamis, MLSI)	<0,05					A2
		BBS (MLSI)	0,004		0,004	-0,13-0,55		A7
Kekuatan	1	YBT (dinamis)	0,001	10,53±1,12	0,001		A4	
		BID (plantarfleksi)	<0,05				A6	
Stabilitas Ankle	2	BID (dorsifleksi)	<0,05				A6	
		CAIT	0,029				A3	
Performa	2	CAIT	0,0001		0,0001	-2,8-5,02	A7	
		LJ	0,001	8,52±2,4	0,02		A4	
		THT		4,89±0,38			A4	
		HT (8H)	0,000				A5	
		HT (SH)	0,000				A5	

**KA:** Kode Artikel; **CI:** Confidence Interval; **Pengumpulan Data:** APSI: Antero-posterior Stability Index; BID: Biodex Isokinetic Dynamometer; CAIT: Cumberland Ankle Instability Tool; HT(8H): Hop Test (8 Hop); HT (SH): Hop Test (Side Hop); LJ:Lateral Jump ; MLSI: Medio-lateral Stability Index; OASI: Overall Stability Index; THT: Triple Hop Test; \*: di dalam kelompok; †: di antara kelompok

pergelangan kaki, ini juga berkaitan dengan pengurangan nyeri dan peningkatan keseimbangan sehingga terdapat hubungan antara latihan penguatan dan keseimbangan pada *ankle* (K.-J. Kim et al., 2015; Son et al., 2013). Namun, pada gerakan inversi dan eversi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Walaupun Nintendo Wii Fit Plus dapat digunakan sebagai alat *therapeutic* untuk meningkatkan kemampuan fungsional, tetapi alat ini awalnya dirancang untuk hiburan (Pessoa et al., 2014).

#### 5. Pengaruh *Virtual Reality* Terhadap Skor *Cumberland Ankle Instability Tool* (CAIT) Penderita *Chronic Ankle Instability*

Hasil dari artikel A3 dan A7 menunjukkan bahwa latihan berbasis *virtual reality* dapat meningkatkan skor CAIT (*Cumberland Ankle Instability Tool*) pada penderita *functional ankle instability*. Hasil ini serupa dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa latihan penguatan neuromuskular dinamis dapat meningkatkan skor CAIT (*Cumberland Ankle Instability Tool*) (O'Driscoll et al., 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Jain et al. juga menunjukkan bahwa latihan keseimbangan selama 4 minggu secara signifikan dapat meningkatkan skor CAIT (*Cumberland Ankle Instability Tool*) pada pasien *functional ankle instability* (Jain et al., 2014). Hal ini berkaitan dengan latihan keseimbangan yang dapat meningkatkan kekuatan otot disekitar *ankle* seperti *tibialis anterior*, *peroneus longus*, serta kekuatan otot isokinetik yang dapat meningkatkan *stabilitas ankle* (Nam et al., 2016, 2018).

Meningkatkan skor CAIT (*Cumberland Ankle Instability Tool*) mungkin memiliki pengaruh yang besar untuk mengurangi *chronic ankle instability* (KJ Kim, 2015). Karena itu, *ankle* yang stabil menunjukkan kualitas hidup yang lebih baik sehubungan dengan *chronic ankle instability* yang dapat menimbulkan keterbatasan fungsional (Arnold et al., 2011).

#### 6. Pengaruh *Virtual Reality* Terhadap Performa Penderita *Chronic Ankle Instability*

Hasil dari artikel A4 dan A5 menunjukkan bahwa latihan berbasis *virtual reality* dapat meningkatkan performa penderita *chronic ankle instability*. *Functional ankle instability* mengakibatkan perubahan dalam rekrutmen atau derekrutmen unit otot sehingga menyebabkan terjadinya gerakan yang tidak diperlukan dan gerakan non fungsional pada sendi dan otot (J.-H. Kim & Uhm, 2016).

*Virtual reality* dapat digunakan sebagai latihan neuromuskular yang meliputi latihan keseimbangan, *closed chain*, dan *feedback effect* (Khalil et al., 2016). Hal ini sejalan dengan sebuah penelitian menunjukkan bahwa latihan *neuromuscular* selama 8 minggu dapat meningkatkan kemampuan atletik dan performa fisik pemain bola voli putri usia 10-12 (Trajković & Bogataj, 2020).

Latihan neuromuskular digunakan untuk meningkatkan performa fisik, pencegahan cedera dan juga memiliki manfaat untuk individu dengan *functional ankle instability*. Latihan *neuromuscular* merangsang sistem sensorik motorik manusia serta informasi multisensori kompleks yang diintegrasikan ke dalam sistem saraf pusat untuk mencapai kontrol motorik (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016).

Aplikasi latihan berbasis *virtual reality* memungkinkan subyek melakukan latihan berulang dengan gerakan yang terkontrol (K.-J. Kim & Heo, 2015). Jenis latihan yang digunakan pada artikel A5, *ski slalom* pada perangkat Wii tidak hanya merangsang terjadinya gerakan di bidang sagital tetapi juga merangsang gerakan di bidang frontal. Jenis latihan *tight rope walk* juga menstimulasi gerakan di bidang frontal serta *tilt table game* menstimulasi gerakan di semua bidang gerak (Fung et al., 2012).

Berdasarkan hasil temuan yang telah didapatkan, *review* ini menawarkan beberapa implikasi. Fisioterapis dapat menggunakan *virtual reality* sebagai alternatif intervensi atau intervensi tambahan pada rehabilitasi penderita *chronic ankle instability*. Penting

bagi Fisioterapis untuk melakukan pengawasan saat menerapkan program latihan berbasis *virtual reality*. Berdasarkan beberapa laporan, terdapat cedera pada *shoulder, knee joint*, serta fraktur pada *spinous process C7*, *metatarsal* dan *metacarpal* akibat penggunaan *virtual reality* (Galanopoulos et al., 2012; Jalink et al., 2014).

*Strengthening exercise* menggunakan Nintendo Wii Fit Plus tidak efektif untuk meningkatkan kekuatan eversi dan inversi sehingga akan lebih baik jika program latihan pada gerakan eversi dan inversi lebih ditingkatkan untuk versi Nintendo Wii Fit Plus berikutnya. Perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk mengevaluasi efektivitas latihan berbasis *virtual reality* terhadap rehabilitasi *chronic ankle instability* yang disertai *follow up*, dan menggunakan metode *systematic review* atau meta analisis sehingga risiko terjadinya bias hanya minimal. Studi yang mengkaji pengaruh latihan berbasis *virtual reality* terhadap rehabilitasi pasien dalam kondisi lain juga tetap dilakukan agar Fisioterapis dapat mengetahui manfaat-manfaat yang diperoleh dari aplikasi latihan berbasis *virtual reality*.

Terlepas dari hasil temuan yang telah dilaporkan, keterbatasan dari *review* ini juga harus diperhatikan. Beberapa studi memiliki jumlah sampel yang kecil (K.-J. Kim et al., 2015; K.-J. Kim & Heo, 2015; Ki-jong Kim & Gang, 2020; KJ Kim, 2015), tidak ada *blinding* diantara partisipan dan Fisioterapis (K.-J. Kim et al., 2015; K.-J. Kim & Heo, 2015; Ki-jong Kim & Gang, 2020; KJ Kim, 2015; Mohammadi et al., 2020; Yamchi et al., 2021) serta semua studi tidak melakukan *follow up* jangka panjang. Walaupun penerapan *blinding* pada jenis intervensi ini memang sulit dilakukan, tetapi *follow up* jangka panjang dan jumlah sampel yang tepat diperlukan untuk mendapatkan hasil yang kredibel.

Peneliti memiliki keterbatasan dalam menyusun *review* ini. Penelitian ini menggunakan metode *literature review* sehingga dapat menimbulkan bias pada hasil penelitian. Jenis artikel *randomized controlled trial* yang membahas tentang efektivitas

*virtual reality* terhadap rehabilitasi *chronic ankle instability* masih terbatas. Penulis juga hanya melakukan *review* pada artikel yang tidak berbayar sehingga jumlah artikel yang masuk ke dalam kriteria inklusi terbatas. Akan lebih baik jika aplikasi kinesiotalaping pada artikel A2 diterapkan dengan berbagai teknik untuk mencerminkan semua efek teknik kinesiotalaping yang dikombinasikan dengan latihan berbasis *virtual reality* pada keseimbangan statis dan dinamis penderita *functional ankle instability*. Selain itu, semua studi sebaiknya melakukan observasi *follow up* untuk mengetahui efektifitas *virtual reality* terhadap rehabilitasi penderita CAI untuk jangka waktu yang lebih lama.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian ini, efektivitas *virtual reality* terhadap rehabilitasi *chronic ankle instability* dikaji. Latihan berbasis *virtual reality* efektif terhadap rehabilitasi *chronic ankle instability*, baik pada kekuatan, keseimbangan, stabilitas *ankle*, maupun performa. Terdapat perbedaan signifikan antara latihan berbasis *virtual reality* dibandingkan intervensi fisioterapi konvensional dan intervensi lain untuk meningkatkan keseimbangan statis dan dinamis, *stabilitas ankle*, dan performa.

Berdasarkan hasil temuan yang diperoleh pada *review* ini, latihan berbasis *virtual reality* pada penderita *chronic ankle instability* direkomendasikan. Fisioterapis diharapkan untuk mengawasi pasien selama program latihan berlangsung. Studi lebih lanjut berkualitas tinggi diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas latihan berbasis *virtual reality*.

## ACKNOWLEDGMENT

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Sulistyaningsih, SKM., MH.Kes dan orangtua penulis yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan saran.

## REFERENSI

- Al-Mohrej, O. A., & Al-Kenani, N. S. (2016). Chronic ankle instability: Current perspectives. *Avicenna Journal of Medicine*, 6(4), 103. <https://doi.org/10.4103/2231-0770.191446>
- Alvares, J. B., Rodrigues, R., Franke, R., Silva, B. G. C. da, Pinto, R. S., Vaz, M. A., & Baroni, B. M. (2015). Inter-machine reliability of the Biodex and Cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests. *Physical Therapy in Sport*, 16(1), 59–65. <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2014.04.004>
- Ambrose, A., Paul, G., & Hausdorff, J. (2013). Risk factors for falls among older adults: a review of the literature. *Maturitas*, 75(1), 51–61. <https://doi.org/10.1016/J.MATURITAS.2013.02.009>
- Arifin, N., Osman, N. A. A., & Abas, W. A. B. W. (2013). Intrarater test-retest reliability of static and dynamic stability indexes measurement using the Biodex Stability System during unilateral stance. *Journal of Applied Biomechanics*, 30(2), 300–304. <https://doi.org/10.1123/JAB.2013-0130>
- Arnold, B. L., Wright, C. J., & Ross, S. E. (2011). Functional ankle instability and health-related quality of life. *Journal of Athletic Training*, 46(6), 634–641. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.6.634>
- Blasco, J., Igual-Camacho, C., Blasco, M., Antón-Antón, V., Ortiz-Llueca, Ivaró, & Roig-Casasús, S. (2021). The efficacy of virtual reality tools for total knee replacement rehabilitation: A systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*, 37(6), 682–692. <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1641865>
- Croy, T., Koppenhaver, S., Saliba, S., & Hertel, J. (2013). Anterior talocrural joint laxity: diagnostic accuracy of the anterior drawer test of the ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(12), 911–919. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2013.4679>
- Donovan, L., Hetzel, S., Laufenberg, C. R., & McGuine, T. A. (2020). Prevalence and impact of chronic ankle instability in adolescent athletes. <https://doi.org/10.1177/2325967119900962>, 8(2). <https://doi.org/10.1177/2325967119900962>
- Duque, G., Boersma, D., Loza-Diaz, G., Hassan, S., Suarez, H., Geisinger, D., Suriyaarachchi, P., Sharma, A., & Demontiero, O. (2013). Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 257. <https://doi.org/10.2147/CIA.S41453>
- Emily, N. F., & Wibisono, H. (2021). Literature Review: Hubungan Dynamic Balance Terhadap Resiko Terjadinya Cedera pada Pemain Sepak Bola. *Indonesian Journal of Physiotherapy*, 1(1), 21–26. <http://dx.doi.org/10.52019/ijpt.v1i1.2577>
- Farsi, A., Abdoli, B., & Baraz, P. (2015). Effect of balance, strength, and combined training on the balance of the elderly women. *Iranian Journal of Ageing*, 10(3), 54–61. <http://salmandj.uswr.ac.ir/article-1-726-en.html>
- Faruhasa, Z. (2020). Relationship between gender, history of ankle sprain, and ankle stability with ankle sprain status. *The Indonesian Journal of Public Health*, 15(3), 276–285. <https://doi.org/10.20473/ijph.v15i3.2020.276-285>
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24, 230–235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.00000000329>
- Fiani, B., Siddiqi, I., Lee, S. C., & Dhillon, L.

- (2020). Telerehabilitation: development, application, and need for increased usage in the COVID-19 era for patients with spinal pathology. *Cureus*, 12(9). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.10563>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodriguez, D., Montalvo, A. M., Kiefer, A. W., Lloyd, R. S., & Myer, G. D. (2016). Integrative neuromuscular training and injury prevention in youth athletes. part i: identifying risk factors. *Strength and Conditioning Journal*, 38(3), 36–48. <https://doi.org/10.1519/SSC.00000000000000229>
- Fung, V., Ho, A., Shaffer, J., Chung, E., & Gomez, M. (2012). Use of Nintendo Wii Fit™ in the rehabilitation of outpatients following total knee replacement: a preliminary randomised controlled trial. *Physiotherapy*, 98(3), 183–188. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSIO.2012.04.001>
- Galanopoulos, I., Garlapati, A., Ashwood, N., & Kitsis, C. (2012). A Wii virtual activity severe thumb metacarpal injury. *BMJ Case Reports*, 2012. <https://doi.org/10.1136/BCR-2012-006967>
- Goble, D. J., Cone, B. L., & Fling, B. W. (2014). Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of “Wii-search.” *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2014 11:1, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-12>
- Guillebaste, B., Calmels, P., & Rougier, P. (2013). Effects of muscular deficiency on postural and gait capacities in patients with Charcot-Marie-Tooth disease. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45(3), 314–317. <https://doi.org/10.2340/16501977-1113>
- Ha, S.-Y., Han, J.-H., Sung, Y.-H., Ha, S.-Y., Han, J.-H., & Sung, Y.-H. (2018). Effects of ankle strengthening exercise program on an unstable supporting surface on proprioception and balance in adults with functional ankle instability. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(2), 301–305. <https://doi.org/10.12965/JER.1836082.041>
- Hershkovich, O., Tenenbaum, S., Gordon, B., Bruck, N., Thein, R., Derazne, E., Tzur, D., Shamiss, A., & Afek, A. (2015). Effects of resistance training on muscle strength, endurance, and motor unit according to ciliary neurotrophic factor polymorphism in male college students. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 54(2), 183–187. <https://doi.org/10.1053/J.JFAS.2014.06.001>
- Hiller, C., Nightingale, E., ... J. R.-A. of physical, & 2012, U. (2012). Prevalence and impact of chronic musculoskeletal ankle disorders in the community. *Elsevier*, 93(10), 1801–1807. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000399931200319X>
- Hoch, M., & Mullineaux, D. (2016). Sagittal plane gait kinematics in individuals with chronic ankle instability. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 21(5), 28–35. <https://doi.org/10.1123/ijatt.2015-0043>
- Hong, A.-R., Hong, S.-M., & Shin, Y.-A. (2014). Effects of Resistance Training on Muscle Strength, Endurance, and Motor Unit According to Ciliary Neurotrophic Factor Polymorphism in Male College Students. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(3), 680. [/pmc/articles/PMC4126309/](https://pmc/articles/PMC4126309/)
- Houston, M. N., Van Lunen, B. L., & Hoch, M. C. (2014). Health-related quality of life in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 49(6), 758–763. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.54>
- Jain, T. K., Wauneka, C. N., & Liu, W. (2014). The effect of balance training on ankle proprioception in patients with functional ankle instability. *Journal of Foot and Ankle Research*, 7(Suppl 1),

- A37. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-7-S1-A37>
- Jalink, M. B., Heineman, E., Pierie, J.-P. E. N., & Hoedemaker, H. O. ten C. (2014). Nintendo related injuries and other problems: review. *BMJ*, 349. <https://doi.org/10.1136/BMJ.G7267>
- Khalil, A. A., Mohamed, G. A., Rahman, S. M. A. El, Elhafez, S. M., & Nassif, N. S. (2016). Effect of Wiihabilitation on strength ratio of ankle muscles in adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(10), 2862. <https://doi.org/10.1589/JPTS.28.2862>
- Kim, E., Choi, H., Cha, J., & Park, J. (2017). Effects of neuromuscular training on the rear-foot angle kinematics in elite women field hockey players with chronic ankle instability. *Journal of Sports & Science*, 16(1), 137. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/article/PMC5358023/>
- Kim, J.-H., & Uhm, Y.-H. (2016). Effect of ankle stabilization training using biofeedback on balance ability and lower limb muscle activity in football players with functional ankle instability. *The Journal of Korean Physical Therapy*, 28(3), 189–194. <https://doi.org/10.18857/JKPT.2016.28.3.189>
- Kim, K.-J., & Heo, M. (2015). Effects of virtual reality programs on balance in functional ankle instability. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(10), 3097. <https://doi.org/10.1589/JPTS.27.3097>
- Kim, K.-J., Jun, H.-J., & Heo, M. (2015). Effects of Nintendo Wii Fit Plus training on ankle strength with functional ankle instability. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(11), 3381–3385. <https://doi.org/10.1589/JPTS.27.3381>
- Kim, K. J. (2013). Impact of combined muscle strength and proprioceptive exercises on functional ankle instability. *Journal of International Academy of Physical Therapy Research*, 4(2), 600–604. <https://doi.org/10.5854/JIAPTR.2013.10.25.600>
- Kim, Ki-jong, & Gang, M. (2020). Effect of taping and virtual reality combined exercise on static and dynamic balance with functional ankle instability. *Physical Therapy Korea*, 27(4), 292–297. <https://doi.org/10.12674/PTK.2020.27.4.292>
- Kim, KJ. (2015). Effects of virtual reality programs on proprioception and instability of functional ankle instability. *Journal of International Academy of Physical Therapy*, 6(2), 891–895. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201510254116627.page>
- Kim, KJ, Kim, Y., Jun, H., Lee, J., & Ji, S. (2014). Which treatment is more effective for functional ankle instability: strengthening or combined muscle strengthening and proprioceptive exercises? *Journal of Physical Therapy Science*, 26(3), 385–388. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/26/3/26\\_jpts-2013-377/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/26/3/26_jpts-2013-377/_article/-char/ja/)
- Kim, T. H., Lee, M. S., Kim, K. H., Kang, J. W., Choi, T. Y., & Ernst, E. (2014). Acupuncture for treating acute ankle sprains in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009065.PUB2>
- Kobayashi, T., Saka, M., Suzuki, E., Yamazaki, N., Suzukawa, M., Akaike, A., Shimizu, K., & Gamada, K. (2014). The effects of a semi-rigid brace or taping on talocrural and subtalar kinematics in chronic ankle instability. *Foot and Ankle Specialist*, 7(6), 471–477. <https://doi.org/10.1177/1938640014543357>
- Kosik, K. B., Johnson, N. F., Terada, M., Thomas, A. C., Mattacola, C. G., & Gribble, P. A. (2019). Decreased dynamic balance and dorsiflexion range of motion in young and middle-aged adults with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(9), 976–980.

<https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2019.05.005>

- Kris, K., Marta, A., Ketut, I., & Kawiyana, S. (2016). Management of acute ankle sprain: a literature review. *Indonesia Journal of Biomedical Science*, *10*(2), 20–26.
- Lazarou, L., Kofotolis, N., Pafis, G., & Kellis, E. (2018). Effects of two proprioceptive training programs on ankle range of motion, pain, functional and balance performance in individuals with ankle sprain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, *31*(3), 437–446. <https://doi.org/10.3233/BMR-170836>
- Lin, C.-I., Houtenbos, S., Lu, Y.-H., Mayer, F., & Wippert, P.-M. (2021). The epidemiology of chronic ankle instability with perceived ankle instability- a systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research* *2021 14:1*, *14*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S13047-021-00480-W>
- Linens, S. W., Ross, S. E., Arnold, B. L., Gayle, R., & Pidcoe, P. (2014). Postural-stability tests that identify individuals with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, *49*(1), 15–23. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.6.09>
- Mohammadi, N., Hadian, M. R., & Olyaei, G. (2020). The effects of Wii Fit Plus training on functional ability in athletes with functional ankle instability. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, *36*(1), 52–59. <https://doi.org/10.1016/J.ORTHTR.2020.01.003>
- Nam, S., Kim, K., & Lee, D. Y. (2018). Effects of visual feedback balance training on the balance and ankle instability in adult men with functional ankle instability. *Journal of Physical Therapy Science*, *30*(1), 113–115. <https://doi.org/10.1589/JPTS.30.113>
- Nam, S., Kim, W., & Yun, C. (2016). Effects of balance training by knee joint motions on muscle activity in adultmen with functional ankle instability. *Journal of Physical Therapy Science*, *28*(5), 1629. <https://doi.org/10.1589/jpts.28>
- O’Driscoll, J., Kerin, F., & Delahunt, E. (2011). Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: A Case report. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology: SMARTT*, *3*(1), 13–13. <https://doi.org/10.1186/1758-2555-3-13>
- Pessoa, T. M., Coutinho, D. S., Pereira, V. M., De Oliveira Ribeiro, N. P., Nardi, A. E., & De Oliveira e Silva, A. C. (2014). The Nintendo Wii as a tool for neurocognitive rehabilitation, training and health promotion. *Computers in Human Behavior*, *31*(1), 384–392. <https://doi.org/10.1016/J.CHB.2013.10.025>
- Pourkazemi, F., Hiller, C. E., Raymond, J., Black, D., Nightingale, E. J., & Refshauge, K. M. (2018). Predictors of recurrent sprains after an index lateral ankle sprain: a longitudinal study. *Physiotherapy*, *104*(4), 430–437. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSIO.2017.10.004>
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. <https://doi.org/10.1152/Physrev.00048.2011>, *92*(4), 1651–1697. <https://doi.org/10.1152/PHYSREV.00048.2011>
- Punt, I., Ziltener, J., Laidet, M., Armand, S., & Allet, L. (2015). Gait and physical impairments in patients with acute ankle sprains who did not receive physical therapy. *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, *7*(1), 34–41. <https://doi.org/10.1016/J.PMRJ.2014.06.014>
- Raymond, J., Nicholson, L. L., Hiller, C. E., & Refshauge, K. M. (2012). The effect of



- ankle taping or bracing on proprioception in functional ankle instability: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(5), 386–392. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2012.03.008>
- Riva, J. J., Malik, K. M. P., Burnie, S. J., Endicott, A. R., & Busse, J. W. (2012). What is your research question? An introduction to the PICOT format for clinicians. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 56(3), 167. [/pmc/articles/PMC3430448/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3430448/)
- Roos, K. G., Kerr, Z. Y., Mauntel, T. C., Djoko, A., Dompier, T. P., & Wikstrom, E. A. (2016). The epidemiology of lateral ligament complex ankle sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. <https://doi.org/10.1177/0363546516660980>, 45(1), 201–209. <https://doi.org/10.1177/0363546516660980>
- Rosen, A. B., Ko, J., & Brown, C. N. (2015). Diagnostic accuracy of instrumented and manual talar tilt tests in chronic ankle instability populations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(2), e214–e221. <https://doi.org/10.1111/SMS.12288>
- Ruthenbeck, G. S., & Reynolds, K. J. (2014). Virtual reality for medical training: the state-of-the-art. *Journal of Simulation 2014* 9:1, 9(1), 16–26. <https://doi.org/10.1057/JOS.2014.14>
- Shih, Y., Yu, H., Chen, W., Liao, K., & Lin, H. (2018). The effect of additional joint mobilization on neuromuscular performance in individuals with functional ankle instability. *Physical Therapy in Sport*, 30, 22–28. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466853X17306739>
- Shousha, T., & Abo-zaid, N. (2021). Virtual reality versus Biodex training in adolescents with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Archives of Medical Science*. <https://doi.org/10.5114/aoms/134635>
- Son, S. M., Kang, K. W., Lee, N. K., Nam, S. H., Kwon, J. W., & Kim, K. (2013). Influence of isokinetic strength training of unilateral ankle on ipsilateral one-legged standing balance of adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(10), 1313–1315. <https://doi.org/10.1589/JPTS.25.1313>
- Switlick, T., Kernozek, T. W., & Meardon, S. (2015). Differences in joint-position sense and vibratory threshold in runners with and without a history of overuse injury. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(1), 6–12. <https://doi.org/10.1123/JSR.2013-0089>
- Tanen, L., Docherty, C., Van Der Pol, B., Simon, J., & Schrader, J. (2014). Prevalence of chronic ankle instability in high school and division I athletes. *Foot & Ankle Specialist*, 7(1), 37–44. <https://doi.org/10.1177/1938640013509670>
- Thompson, C., Schabrun, S., Romero, R., Bialocerkowski, A., van Dieen, J., & Marshall, P. (2018). Factors contributing to chronic ankle instability: a systematic review and meta-analysis of systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 189–205. <https://doi.org/10.1007/S40279-017-0781-4>
- Trajković, N., & Bogataj, Š. (2020). Effects of neuromuscular training on motor competence and physical performance in young female volleyball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health 2020*, Vol. 17, Page 1755, 17(5), 1755. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17051755>
- Vernadakis, N., Gioftsidou, A., Antoniou, P., Ioannidis, D., & Giannousi, M. (2012). The impact of Nintendo Wii to physical education students' balance compared to the traditional approaches. *Computers and Education*, 59(2), 196–205. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2012.01.003>

- Wang, S. S. Y., Teo, W. Z. W., Teo, W. Z. Y., & Chai, Y. W. (2020). Virtual Reality as a bridge in palliative care during COVID-19. *Journal of Palliative Medicine*, 23(6), 756.  
<https://doi.org/10.1089/JPM.2020.0212>
- Wardini, R., Dajczman, E., Yang, N., Baltzan, M., Préfontaine, D., Stathatos, M., Marciano, H., Watson, S., & Wolkove, N. (2013). Using a virtual game system to innovate pulmonary rehabilitation: Safety, adherence and enjoyment in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Canadian Respiratory Journal : Journal of the Canadian Thoracic Society*, 20(5), 357.  
<https://doi.org/10.1155/2013/563861>
- Watabe, T., Takabayashi, T., Tokunaga, Y., & Kubo, M. (2021). Individuals with chronic ankle instability exhibit altered ankle kinematics and neuromuscular control compared to copers during inversion single-leg landing. *Physical Therapy in Sport*, 49, 77–82.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466853X21000341>
- Yamchi, R. F., Letafatkar, A., & Esmaeilpour, S. (2021). The effect of 8 weeks virtual reality training on static and dynamic balance and performance in male athletes with functional ankle instability. *Physical Treatments - Specific Physical Therapy Journal*, 11(1), 45–54.  
<https://doi.org/10.32598/PTJ.11.1.453.1>
- Yu-Min, K., Mi-Suk, J., & Ji-Won, P. (2011). The relationship between strength balance and joint position sense related to ankle joint in healthy women. *Journal of Korean Physical Therapy*, 23(2), 23–29.  
<http://www.kptjournal.org/journal/view.html?spage=23&volume=23&number=2>
- Zouita, A. B. M., Majdoub, O., Ferchichi, H., Grandy, K., Dziri, C., & Ben Salah, F. Z. (2013). The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 56(9–10), 634–643.  
<https://doi.org/10.1016/J.REHAB.2013.>