



Analisis Trend Senam Artistik Lantai Putri Pada *Sea Games* 2022 Vietnam Melalui Digital Video Material

Irma Febriyanti¹, Lucky Abrorry², Agus Hariyanto³

^{1,3}Pascasarjana Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya

²Fakultas Psikologi dan Kesehatan UIN Sunan Ampel Surabaya

Info Artikel

Article History:

Received: 2022-06-20

Revised: 2022-11-01

Accepted: 2022-11-08

Available online:

Keywords:

Gymnastics, Floor exercise, Element content, Element group, Difficulty

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui trend senam lantai final senam putri (8 pesenam) di *Sea Games* 2022 melalui materi video digital. Rekaman video final lantai dikumpulkan melalui youtube *Entertainment-Mediacorp*. Hasil final lantai telah dicek oleh ke tiga juri. Pada 8 pesenam yang mengikuti final lantai, untuk memenuhi D-score gerakan yang banyak dilakukan adalah kelompok gerakan pada grup satu sebanyak 33 gerakan, dengan dominasi gerakan *gymnastic leaps, jumps* dan *hops*, serta *turn*. Pada *double salto tuck* di udara dilakukan oleh pesenam sebanyak 7 pesenam, *Salto fwd stretched with 1/1 twist (360°)* sebanyak 7 pesenam, *Leap fwd with leg change* sebanyak 7 pesenam, *Switch leap with 1/2 turn (180°) in flight phase* sebanyak 6 pesenam. Hasil ini memberikan informasi dimana muncul kecenderungan nilai skor D yang dimiliki oleh para atlet jaraknya lebih besar daripada skor E.

Abstract

The purpose of this study was to determine the trend of women's gymnastics final floor exercise (8 gymnasts) at the 2022 Sea Games through digital video material. Floor final video footage collected via YouTube Entertainment-Mediacorp. The final floor results have been checked by the three judges. In the 8 gymnasts who participated in the floor finals, to fulfill the D-score, the movements that were mostly performed were group one with 33 movements, dominated by gymnastic leaps, jumps and hops, and turns. The double salto tuck in the air was performed by 7 gymnasts, 7 gymnasts FWD stretched with 1/1 twist (360°), Leap fwd with leg change 7 gymnasts, Switch leap with turn (180°) in flight phase as many as 6 gymnasts. These results provide information where there is a tendency for athletes to have a higher D score than the E score.

PENDAHULUAN (10%)

Senam artistik putri telah menarik banyak minat anak-anak dengan partisipasi yang seringkali dimulai pada usia lima tahun, senam membutuhkan keterampilan berlari cepat, melompat, mendorong, menarik yang eksplosif yang dipadukan dengan keseimbangan dan seni baik untuk nomor *beam*, *unevenbars*, *floor*, dan *vault* (Bradshaw & Hume, 2012). Partisipasi dalam olahraga ini akan memiliki manfaat baik jangka pendek dan panjang seperti penguatan pada tulang dan pengurangan resiko osteoporosis (Zanker et al., 2004), meningkatkan kontrol pada postur tubuh (Vuillermie et al., 2001), ataupun juga penguatan pada *core strenght* (Scerpella et al., 2003).

Dalam senam artistik putri tujuan utamanya adalah kesempurnaan yang berhubungan dengan tingkat kesulitan gerak yang ditampilkan (Arkaev, 2006). *Code of Point (COP)* merupakan dokumen yang menjadi acuan dalam *artistic gymnastic*. Panduan ini sangat bermanfaat sebagai pegangan bagi para penyelenggara event, pelatih, atlet maupun juri yang pada akhirnya dapat mempengaruhi proses perkembangan olahraga ini (Oliveira et al., 2022; Pastor, 2003). Setelah menuntaskan tugas gerak pada senam lantai, semua atlet akan menerima *final score (F-Score)*. Skor ini disertai dengan rangking diberikan oleh panel dewan juri sesuai dengan apa yang telah ditampilkan oleh para pesenam. Perubahan pada *COP* sebagai salah satu konsekuensi dari perubahan fundamental tentang hasil akhir dari penampilan seorang atlet, *F-score* merupakan hasil kalkulasi dengan menjumlahkan dua komponen penilaian fundamental yakni skor tingkat kesulitan atau *difficulty (D-score)* dan skor kualitas eksekusi atau *execution quality (E-score)*. Selain itu, penalti khusus dapat pula diberikan oleh juri, yang akan berpengaruh pada *F-score* seperti saat atlet landing diluar area matras 12x12m. Sepuluh tahun terakhir penelitian tentang penjurian menunjukkan kecondongan pada penilaian di tingkat kesulitan dibanding dengan kualitas eksekusi (čuk & Forbes, 2022; Leskosek, 2013).

Studi-studi pada cabor senam artistik telah banyak dilakukan seperti halnya analisis penilaian penjurian (Atikovic et al., 2011; Bucar et al., 2013; Mack et al., 2019), trend usia atlet (Aleixio & Nunomura, 2018; Atikovic et al., 2017; S. Kalinski et al., 2018), model penilaian (čuk et al., 2012; Leskosek, 2013; Pizzera, 2012), trend perubahan pola gerak (Donghwa & 이수근, 2017; Han, 2018; Rohleder & Vogt, 2019). Senam lantai merupakan satu-satunya nomor yang memiliki iringan musik, yang sangat penting untuk diperhatikan dalam latihan. Atlet akan dinilai dengan mempertimbangkan antara harmonisasi musik dan tugas gerak, terlebih pada gerakan yang tepat di akhir musik. Selama olimpiade, aspek artistik ini telah banyak berubah, termasuk munculnya pemahaman yang berbeda sehingga membawa diskusi besar tentang apa yang harus dievaluasi dalam komposisi koreografi, ekspresi, musik dan musikalitas (Donti et al., 2014; Kerr & Obel, 2014).

Sepanjang gelaran *Sea Games Vietnam 2022*, pelatih dalam cabor ini disibukkan untuk menentukan taktik dan rangkaian koreografi lantai apa saja yang hendak ditampilkan, pelatih harus memperhitungkan

tingkat kesulitan dan kualitas akurasi eksekusi dari atletnya serta, berusaha untuk memutuskan antara memilih meningkatkan skor dengan tingkat kesulitan atau "bermain aman" dengan eksekusi yang lebih mudah tetapi bersih (Corlaci, 2018; S. D. Kalinski et al., 2021). Dilain sisi pemilihan taktik yang tepat juga penting dalam memperpanjang karir pesenam artistik elit yang relatif singkat (S. Kalinski et al., 2016). Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana trend tugas gerak atlet pada final nomor artistic lantai pada *Sea Games Vietnam 2022*.

Pada dasarnya belum banyak penelitian sejenis yang ada di Indonesia atau boleh jadi belum ada yang membahas tema serupa. Namun demikian dibelahan Eropa dan Asia Timur khususnya Jepang dan Korea para peneliti meramaikannya di lima tahun terakhir ini. Hal ini juga yang mendorong penelliti untuk mewarnai dinamika tema bahas dunia senam di Indonesia.

METODE

Analisis dilakukan pada tanggal 13 Mei hingga 16 Mei 2022 melalui media *youtube*, pada perlombaan *Sea Games 2022 Vietnam*, total 20 pesenam dari 6 negara yang melakukan kualifikasi dialat lantai, negara yang berpartisipasi yaitu Thailand, Indonesia, Vietnam, Singapore, Philipina, Malaysia. Tiap negara yang berpartisipasi untuk dapat mengikuti final dialat lantai, yaitu pesenam yang memiliki peringkat 1 (satu) hingga 8 (delapan) dengan nilai tertinggi pada saat kulifikasi.

Pengumpulan data

Dalam analisis ini, data dikumpulkan melalui rekaman media *youtube* yang dilakukan oleh *Entertainment-Mediacorp*. Data hasil penilaian juri di peroleh melalui pengumpulan data resmi hasil rekap yang dikeluarkan oleh panitia *31th Southeast Asian Games-Artistic Gymnastics Hanoi (Vietnam)*.

Pengolahan data

Dalam analisis data ini, hasil data pesenam putri yang final pada alat lantai telah diakui secara resmi oleh *Southeast Asian Gymnastics Federation* yang diperoleh melalui media *youtube*. Analisis validitas dan reliabilitas data, dilakukan uji silang sebanyak 3 kali, 1 juri technical delegate dan 2 juri untuk menilai gerakan kesulitan. Pengolahan data adalah statistik SPSS Versi 19.0 Program ini digunakan untuk menghitung mean, frekuensi dan persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dari gerakan kesulitan yang dilakukan oleh para pesenam menurut para juri yang menentukan komposisi gerakan pada kompetisi senam putri yaitu dengan melihat dari 8-10 gerakan yang ditampilkan. Nilai gerakan kesulitan dihitung dengan menjumlahkan kategori penilaian setiap gerakan yang ditampilkan dengan iringan musik untuk pempilan terbaiknya. Hasil analisis gerakan menurut komposisi performa semua ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut, ada beberapa jenis gerakan untuk setiap kelompok, 4

pada Kelompok V, 2 pada Kelompok IV, 7 pada Kelompok II dan 11 pada kelompok 1. Adapun gerakan yang dilakukan oleh pesenam pada tiap elemen grupnya, secara keseluruhan 15 di Grup V, 10 di Grup IV, 12 di Grup II dan 33 di Grup I. Pada hasil ini ditemukan bahwa yang paling banyak dilakukan pada saat penampilan, pada grup I, yaitu grup *gymnastic leaps, jumps* dan *hops*, serta *turn*. Pada analisis tingkat kesulitan pada gerakan lantai, abjad A merupakan nilai terendah dari gerakan yang ditampilkan oleh salah satu pesenam dari 8 pesenam yang tampil pada saat itu. Pada kelompok II dimana gerakan *2/1 turn with free leg held upward* (kesulitan D), serta gerakan salto ke arah belakang diudara dengan *1/1 Putaran* (Kesulitan B) dan *Double salto* di udara di Grup V, pada tabel 1. Analisis Elemen (Kesulitan D) pada saat *double salto tuck* di udara (Kesulitan D) adalah 9,86%, dari 8 pesenam dan hanya 1 pesenam yang tidak melakukan, sedangkan untuk gerakan *double salto piked* di udara (kesulitan D) adalah 5,63% dilakukan oleh 4 pesenam dan 4 pesenam lainnya tidak.

Table 1. Analisis Gerakan

Elements Code	Difc.	Difficulties Elements	1 INA	2 PHI	3 THA	4 VIE	5 PHI	6 VIE	7 THA	8 MAS	Num	%
1.301	C	Split leap with 1/1 turn (360°)			√			√	√	√	4	5.63
1.401	D	Split leap with 1½ turn (540°)	√	√							2	2.82
5.402	D	Double salto bwd tucked	√	√	√	√	√	√	√		7	9.86
5.402	D	Double salto bwd piked	√		√	√	√				4	5.63
4.302	C	Salto fwd stretched with 1/1 twist (360°)	√		√	√	√	√	√	√	7	9.86
2.403	D	2/1 turn (720°) with free leg held upward in 180° split position throughout turn	√		√				√	√	4	5.63
1.205	B	Leap fwd with leg change	√		√	√	√	√	√	√	7	9.86
1.304	C	Switch leap with ½ turn (180°) in flight phase	√	√	√		√	√	√		6	8.45
1.307	C	Split Jump with 1/1 turn (360°)	√	√			√				3	4.23
1.312	C	Hop with 1/1 turn (360°), free leg extended above horizontal throughout		√	√				√		3	4.23
1.109	A	Stag jump		√	√						2	2.82

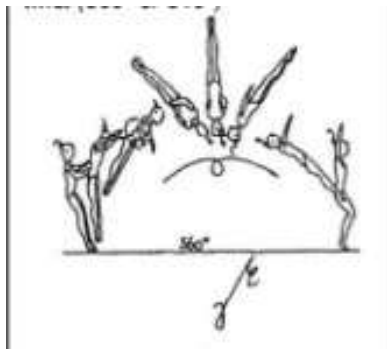
<i>Elements Code</i>	<i>Difc.</i>	<i>Difficulties Elements</i>	1 INA	2 PHI	3 THA	4 VIE	5 PHI	6 VIE	7 THA	8 MAS	Num	%
4.202	B	Salto fwd stretched,		√			√	√			3	4.23
2.207	A	1/1 turn (360°) in tuck stand on one leg -		√				√		√	3	4.23
5.301	C	Salto bwd stretched with 2/1 twist		√					√	√	3	4.23
2.301	C	3/1 turn (1080°) on one leg – free leg optional below horizontal.			√				√		2	2.82
1.305	C	Switch leap to ring position				√					1	1.41
1.204	B	Switch leap with ¼ turn (90°) to side split or to straddle pike position (both legs)				√					1	1.41
1.307	C	Straddle pike with 1/1 turn (360°)				√		√		√	3	4.23
2.203	B	1/1 turn (360°) with free leg held upward in 180° split position throughout turn					√				3	4.23
2.206	B	1/1 illusion turn (360°) through standing split without touching floor with hand							√		1	1.41
2.407	D	2/1 turn (720°) in tuck stand on one leg								√	1	1.41
1.309	C	Split ring leap								√	1	1.41
5.201	B	Salto bwd stretched with stretched with 1/1 twist								√	1	1.41
2.101	A	1/1 turn (360°) on one leg				√					1	1.41
Number of difficulties			8	9	10	8	8	8	10	10	71	100
Type of EG			EG I (11), EG II (7), EG IV (2), EG V (4)									
Total EG			EG I (33), EG II (12), EG IV (10), EG V (15)									

Dilihat dari masing-masing grup gerakan pada grup I merupakan gerakan yang paling banyak dilakukan oleh 8 pesenam finalis, saat melakukan rangkaian gerak dialat lantai dengan di iringi irama musik. Karena gerakan pada grup I selain mudah untuk dilakukan, gerakan tersebut juga merupakan salah satu gerakan yang dapat memenuhi penilaian dalam persyaratan suatu rangkain gerak yang ketentuannya telah tertera pada buku pedoman penilaian atau *Code Of Point (COP) women artistic gymnastic*.



Gambar. 1.

Gambar 1. merupakan gerakan kesulitan pada grup V, kesulitan D tersulit saat *double salto tuck* di udara dilakukan oleh pesenam sebanyak 7 orang (9,86%), *double salto piked* di udara (kesulitan D) dilakukan oleh 4 orang (5,63%).



Gambar.2

Gambar 2. pada grup IV dengan kesulitan C 1/1 putaran ke arah depan dilakukan oleh 7 pesenam (9,86%), pada grup V *salto backward stretched with 2/1 twist* dengan tingkat kesulitan C muncul dilakukan oleh 3 pesenam (4.23%). Di Grup II, terdapat gerakan putaran menggunakan 1 kaki untuk berputar di atas matras *2/1 turn (720°) in tuck stand on one leg*, kesulitan D dilakukan oleh 1 pesenam (1.41%) dan *2/1 turn (720°) with free leg held upward* Kesulitan D dilakukan oleh 4 pesenam (5,63%)

Table 2.
Analisis nilai

Content / Rank	1 INA	2 THA	3 VIE	4 VIE	5 THA	6 PHI	7 PHI	8 MAS	Mean
Total Difficulty	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Element Group	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Connection Point	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-Score	4.900	4.800	4.300	4.100	4.700	4.400	4.300	3.800	4.412
E-Score	7.800	7.900	7.733	7.900	7.300	7.533	7.600	7.667	7.679
Penalty	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Final Score	12.700	12.700	12.033	12.000	12.000	11.933	11.900	11.467	12.091
Gap from 1st place	0	0	0.667	0.700	0.700	0.767	0.800	1.233	0.608

Tabel. 3.
Deskripsi data

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Difficulty	8	1.100	3.800	4.900	4.41250	.372012
Execution	8	.600	7.300	7.900	7.67912	.202337

Analisis distribusi skor menurut isi dari Tabel 2 menunjukkan hasil analisis distribusi skor untuk komposisi gerakan yang ditampilkan. Menurut tabel diatas, jumlah gerakan yang dilakukan adalah 8 untuk masing-masing dari 8 pesenam. Ditemukan bahwa pesenam dari nilai rata-rata D adalah 4.412 poin, dan 1 orang mencetak 4.9 poin. E Skor rata-rata adalah 7.679 poin, pesenam Indonesia dan Thailand yang menempati posisi pertama dengan masing- masing nilai untuk Indonesia D skor adalah 4.900 poin, dengan E skor 7.800 poin, sedangkan pesenam Thailand D skor adalah 4.800 poin, dengan E skor 7.900 poin. Untuk 11,467 poin, merupakan poin terendah dari 8 penampilan pesenam final alat lantai. Untuk nilai tertinggi diperoleh dari pesenam Indonesia dan Thailand dengan F skor 12.700 poin.

Disisi lain melihat data deskripsi yang tersaji pada tabel 3. Tampak perbedaan yang cukup mencolok antara range dari nilai minimum dan maksimum skor D dan E yang diberikan oleh dewan juri. Dimana skor D memiliki range 1.100 poin , sedangkan skor E 0.600 poin. Melihat data ini perbedaan nilai skor yang diberikan oleh juri cukup memberikan informasi dimana muncul kecenderungan nilai skor D yang memiliki jarak lebih besar daripada skor E. Hal ini memiliki arti bahwa atlet dinilai memiliki kecakapan eksekusi gerak yang tidak terlalu berbeda atau jauh skornya dibanding dengan skor D yang cukup memberikan pembeda antara satu atlet dengan lainnya. Informasi ini juga menjadi layak bagi atlet dan pelatih untuk menyiapkan

strategi peningkatan skor D dengan memilih tugas gerak yang memiliki poin yang cukup dalam meningkatkan skor D.

Penelitian ini pada dasarnya hanya melihat tren pada saat nomor final di senam lantai putri pada even seagames Vietnam 2022, menjadi hal menarik jika penelitian-penelitian lanjutan dapat melakukan analisis trend pada peraih medali yang dilihat dari lima event seagame 2022, 2019, 2017, 2015 dan 2013. Sehingga analisis yang muncul dapat memberikan informasi trend yang muncul secara dinamis dari even ke even.

KESIMPULAN

Hasil dari analisis ini, pada alat senam lantai final putri di *Sea Games* Vietnam 2022, yang terdiri dari 8 pesenam terbaik. Analisis *trend* gerakan yang dilakukan pada saat rangkaian, yaitu pesenam menampilkan gerakannya berdasarkan grup yang ada dalam buku pedoman peraturan penilaian atau *Code Of Point (COP)*. Total elemen, grup satu adalah 33, yang merupakan grup elemen *gymnastic leaps, jumps* dan *hops*, serta *turn*, sedangkan grup yang belum banyak dilakukan, yaitu grup V pada gerakan *double salto piked* di udara dengan (kesulitan D) dilakukan oleh 4 orang (5,63%). Terdapat perbedaan yang cukup mencolok antara range dari nilai minimum dan maksimum pada skor D dan E yang diberikan oleh dewan juri. Hal ini memiliki arti bahwa atlet dinilai memiliki kecakapan eksekusi gerak yang tidak terlalu berbeda atau jauh skornya dibanding dengan skor D yang cukup memberikan pembeda antara satu atlet dengan lainnya. Informasi ini juga menjadi layak bagi atlet dan pelatih untuk menyiapkan strategi peningkatan pada skor D dengan memilih tugas gerak yang memiliki poin yang cukup dalam meningkatkan skor D.

Daftar Pustaka

- Aleixio, I. M., & Nunomura, M. (2018). Age perception and sports career in the women's artistic gymnastics. *Science of Gymnastics Journal*, 10, 381–389.
- Arkaev, L. (2006). *Gymnastics—How to Create Champions*.
- Atikovic, A., Kalinski, S., Bijelic, S., & Vukadinović, N. (2011). ANALYSIS RESULTS JUDGING WORLD CHAMPIONSHIPS IN MEN'S ARTISTIC GYMNASTICS IN THE LONDON 2009 YEAR. *Sportlogia*, 7. <https://doi.org/10.5550/sgia.110702.en.095A>
- Atikovic, A., Kalinski, S., & Ćuk, I. (2017). Age trends in artistic gymnastic across world championships and the olympic games from 2003 to 2016. *Science of Gymnastics Journal*, 9, 251–263.
- Bradshaw, E., & Hume, P. (2012). Biomechanical approaches to identify and quantify injury mechanisms and risk factors in women's artistic gymnastics. *Sports Biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports*, 11, 324–341. <https://doi.org/10.1080/14763141.2011.650186>
- Bucar, M., Ćuk, I., Pajek, J., Kovač, M., & Leskošek, B. (2013). Is the Quality of Judging in Women Artistic Gymnastics Equivalent at Major Competitions of Different Levels? *Journal of Human Kinetics*, 37, 173–181. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0038>
- Corlaci, I. (2018). *Typical Contests in Men's Artistic Gymnastics in an Olympic Cycle* (p. 331). <https://doi.org/10.15405/epsbs.2018.03.43>

- čuk, I., Fink, H., & Leskošek, B. (2012). *Modeling the final score in artistic gymnastics by different weights of difficulty and execution*. 4.
- čuk, I., & Forbes, W. (2022). *HOW APPARATUS DIFFICULTY SCORES AFFECT ALL AROUND RESULTS IN MEN'S ARTISTIC GYMNASTICS*.
- Donghwa, K., & 이수근. (2017). *Analysis of exercise content on the men's floor exercise in the artistic gymnastics world championships- 1 to 12 team center to the group qualification game -*.
<https://doi.org/10.24985/kjss.2017.28.4.1073>
- Donti, O., Donti, A., & Theodorakou, K. (2014). A review on the changes of the evaluation system affecting artistic gymnasts' basic preparation: The aspect of choreography preparation. *Science of Gymnastics*, 6, 63–72.
- Flemons, M., Diffey, F., & Cunliffe, D. (2018). The Role of PETE in Developing and Sustaining Physical Literacy Informed Practitioners. *Journal of Teaching in Physical Education*, 37, 1–9.
<https://doi.org/10.1123/jtpe.2018-0128>
- Han, Y.-S. (2018). Trend Analysis of Men's Gymnastics on Floor Exercise in the 2018 Asian Games through Digital Video Materials. *Journal of Digital Convergence*, 16(12), 619–624.
<https://doi.org/10.14400/JDC.2018.16.12.619>
- Kalinski, S., Atikovic, A., Jelaska, I., & Milić, M. (2016). Performance analysis of female gymnasts' vault in elite competitions from 2008 to 2015. *Science of Gymnastics Journal*, 8, 109–123.
- Kalinski, S. D., Kezic, A., & Jelaska, I. (2021). Choreography Strategies in Women's Artistic Gymnastics Floor Routines across Five Olympic Games. *Sport Mont*, 7.
- Kalinski, S., Jelaska, P., & Atikovic, A. (2018). Relative age effect among olympian gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*, 10, 493–507.
- Kerr, R., & Obel, C. (2014). The Disappearance of the Perfect 10: Evaluating Rule Changes in Women's Artistic Gymnastics. *The International Journal of the History of Sport*, 32, 318–331.
<https://doi.org/10.1080/09523367.2014.974031>
- Leskosek, B. (2013). *Trends in E and D scores and their influence on final results of male gymnasts at European championships 2005-2011*.
- Mack, M., Bryan, M., Heyer, G., & Heinen, T. (2019). Modeling Judges' Scores in Artistic Gymnastics. *The Open Sports Sciences Journal*, 12, 1–9. <https://doi.org/10.2174/1875399X01912010001>
- Oliveira, M., Lima, L., & Costa³, A. (2022). WOMEN'S ARTISTIC GYMNASTICS ROUTINE COMPOSITION AT RIO 2016 OLYMPIC GAMES: A TECHNICAL ANALYSIS OF BALANCE BEAM AND FLOOR EXERCISE ROUTINES. *Science of Gymnastics Journal*, 14, 17–28.
<https://doi.org/10.52165/sgj.14.1.17-28>
- Pastor, F. S. (2003). *Gimnasia artística: Los fundamentos de la técnica*. Biblioteca Nueva.
- Pizzera, A. (2012). Gymnastic Judges Benefit From Their Own Motor Experience as Gymnasts. *Res Q Exerc Sport*, 83, 603–607. <https://doi.org/10.1080/02701367.2012.10599887>
- Rohleder, J., & Vogt, T. (2019). Changes in Floor Exercise Characteristics in World Elite Male Gymnasts. *Journal of Human Kinetics*, 2019, 291–300. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0083>
- Scerpella, T. A., Davenport, M., Morganti, C. M., Kanaley, J. A., & Johnson, L. M. (2003). Dose related association of impact activity and bone mineral density in pre-pubertal girls. *Calcified Tissue International*, 72(1), 24–31. <https://doi.org/10.1007/s00223-001-1131-x>
- Vuillerme, N., Teasdale, N., & Nougier, V. (2001). The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience Letters*, 311(2), 73–76.
[https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(01\)02147-4](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(01)02147-4)
- Zanker, C. L., Osborne, C., Cooke, C. B., Oldroyd, B., & Truscott, J. G. (2004). Bone density, body composition and menstrual history of sedentary female former gymnasts, aged 20–32 years. *Osteoporosis International: A Journal Established as Result of Cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 15(2), 145–154.
<https://doi.org/10.1007/s00198-003-1524-y>