



**Eelt/  
Hyperkeratose**



# Inhoud



1. Aanleiding
2. Hoe ontstaat eelt
3. Druk
4. Plantar tissue stress
5. Shear
6. Belasting
7. Physical stress model
8. Schoenen
9. Aanvullende informatie
10. Conclusie
11. Casus
12. Literatuur



# 1. Aanleiding

- “A distinguishing feature of second-rocker keratoses is their strictly plantar location in relation to the corresponding head. ... In third-rocker metatarsalgia, the keratoses are not located directly beneath the metatarsal, but instead plantar and distal to the affected heads. External rotation of the limb at final stance creates a shear effect that manifests as a rounded appearance of the keratosis that usually spans several heads.” (Espinosa et al., 2008)



# 1. Aanleiding

- “Patients with flatfoot may show callus on the medial aspect of the great toe (“pinch callus”). On the other hand, patients with high arched feet may show callus on the 1st and 5th metatarsal heads. Individuals with 2nd metatarsalgia may present with heavy callus formation on the plantar aspect of the 2nd metatarsal head without any callus on the 1st metatarsal head. This would suggest 1st ray insufficiency “ (Oh-Park et al., 2019)



# 1. Aanleiding

- Kan de locatie en/of vorm van eelt onder de voet ons informatie geven over de bewegingsfunctie van de voet?

## 2. Hoe ontstaat eelt

- Meer mechanische stress leid tot meer eeltvorming (Springett, 1993)

↑ druk



↑ groeifactoren &  
ontstekingsmediatoren



↑ meer aanmaak onvolledige cellen in  
stratum corneum & ↓ afbraak huidcellen



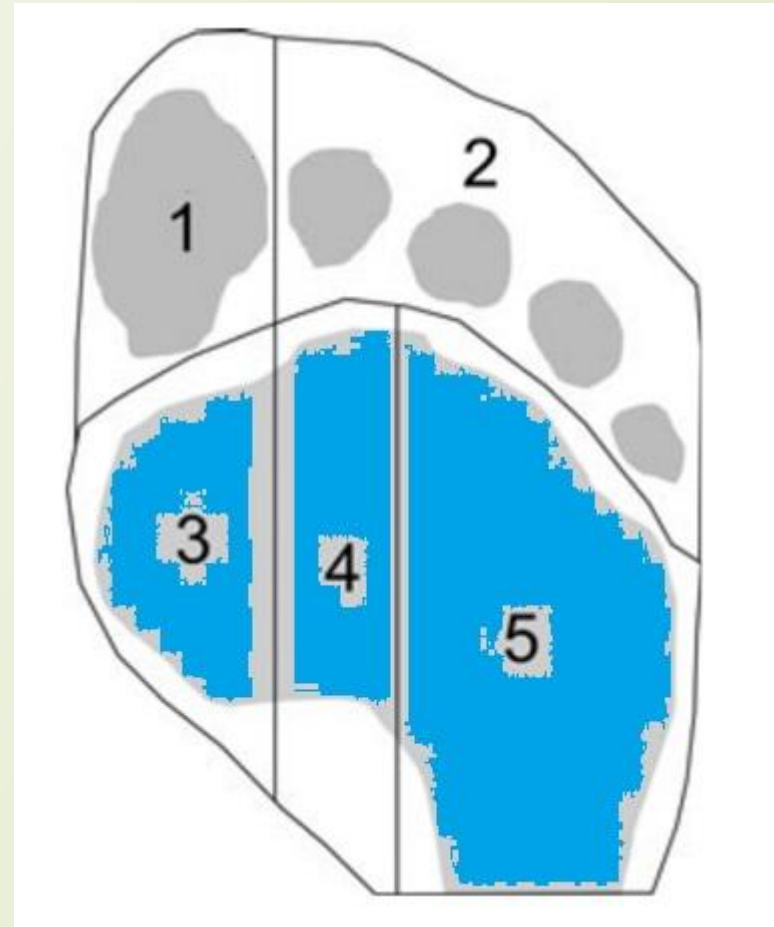
Hardere (minder vocht behoudende) huidlaag /  
hyperkeratose

(Booth & McInnes, 1997; Marczak et al., 2018)

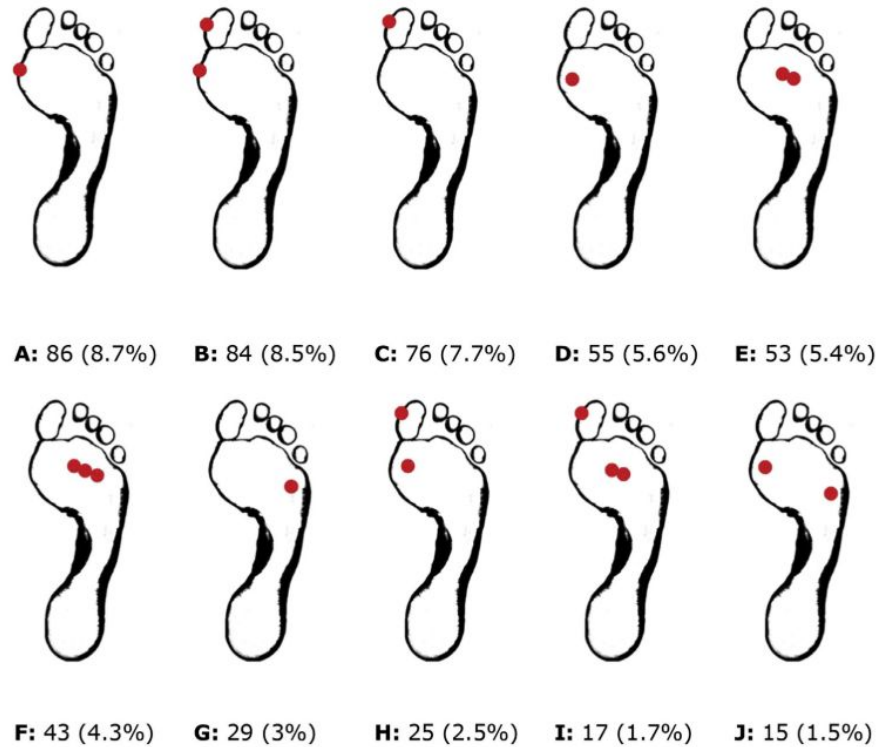


# 3. Druk

- Relatie tussen aanwezigheid van eelt en een verhoogde druk onder grote teen en onder MTP-II tot MTP-V
- Geen relatie verhoogde druk en eelt onder tenen en MTP-I (Menz et al., 2007)
- 25% Meer druk op plekken waar eelt ontstaat t.o.v. mensen zonder eeltvorming (J. Potter & Potter, 2000)

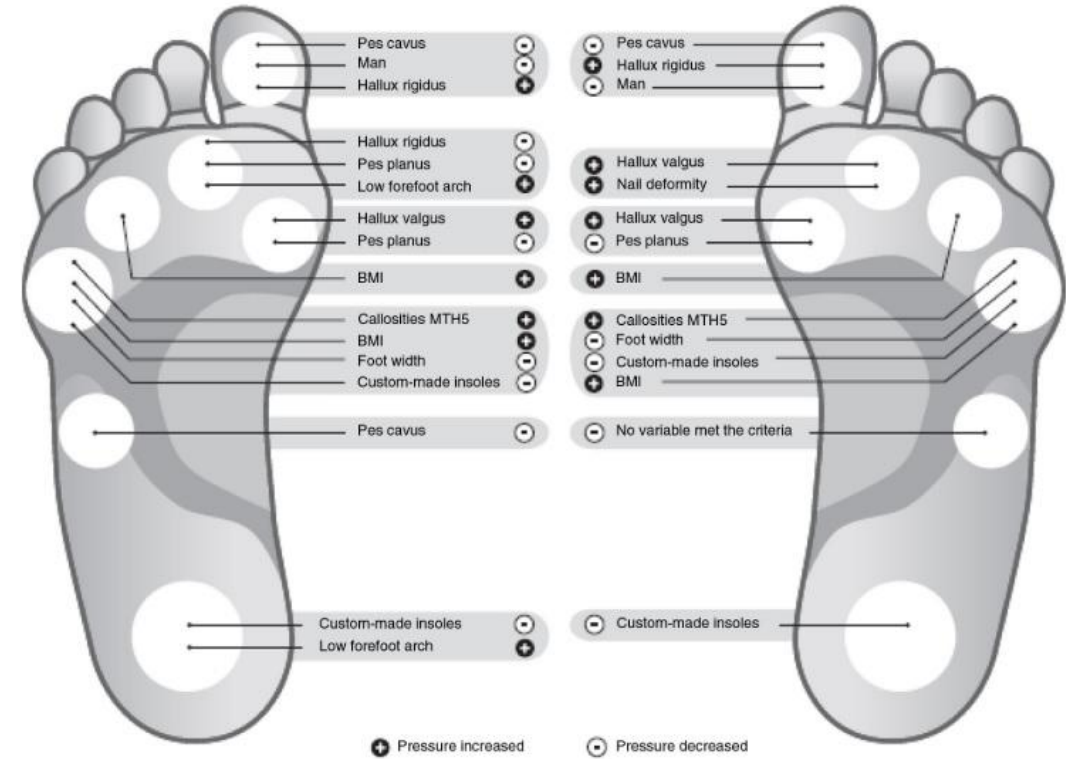


# 3. Druk



**Fig. 1.** Different hyperkeratotic lesion patterns: n = number of participants, (%) = total percentage. A: Medial side of the first metatarsophalangeal joint (MTPJ). B: Medial side of the first MTPJ plus medial side of the first interphalangeal joint (IPJ). C: Medial side of the first IPJ. D: Plantar side of the first MTPJ. E: Plantar side of the second and third MTPJ. F: Plantar side of the second, third and fourth MTPJ. G: Plantar side of the fifth MTPJ. H: Plantar side of the first MTPJ plus medial side of the first IPJ. I: Plantar side of the second and third MTPJ plus medial side of the first IPJ. J: Plantar side of the first and fifth MTPJ.

Ulla Hellstrand Tang et al.



**Fig. 2.** Illustration of variables associated with peak pressure (PP). The foot on the left represents the variables selected based on logarithmic PP, and the foot on the right illustrates the variables selected based on untransformed PP. The threshold value for a factor to be presented from the list was set at >0.70 (Appendix 1). In Appendices 2 and 3, the complete factor list and the direction and magnitude of their association can be found. The ranking procedure was performed for each separate region of interest (ROI). The seven ROI that were analysed were the hallux, metatarsal heads (1, 2, 4 and 5), the midfoot and the heel. The variable 'Custom-made insoles' is the effect this variable has on PP as compared with prefabricated insoles. The variable 'Man' is the effect this variable has on PP as compared with women. +, Factors that were shown to increase PP. -, Factors that were shown to decrease PP.

(García & Soler, 2017; Tang et al., 2015)



### 3. Druk

	Hallux valgus	Hallux rigidus	Klauw- /Hamertenen	Pes planus	Pes Cavus	Obesitas	Metatarsalgia
<b>druk</b>	MTP-I MTP II-IV	Phalanx I Phalanx II-V	MTP II-V	MTP-I	MTP-I MTP-V	Laterale voorvoet	MTP II-V
<b>Locatie Eelt</b>	MTP-I Phalanx I	<i>Suggestie Phalanx-I</i>	Betreffende MTP	Phalanx I	<i>Suggestie MTP-I &amp; V</i>	Geen	Geen

(García & Soler, 2017; Menz et al., 2013; Mickle et al., 2011; Oh-Park et al., 2019; Sánchez-Rodríguez et al., 2023; Spink et al., 2009; Zammit et al., 2008)

### 3. Druk

↑ druk



↑ groeifactoren &  
ontstekingsmediatoren



↑ meer aanmaak onvolledige cellen in  
stratum corneum & ↓ afbraak huidcellen



Hardere (minder vocht behoudende) huidlaag /  
hyperkeratose





## 3. Druk

- Verwijdering van eelt leid tot minder druk (Young et al., 1992)
- Verwijdering van eelt leid niet tot minder druk (J. Potter & Potter, 2000)
- Mogelijk aandoening afhankelijk.  
Geen aandoening en RA geen relatie tussen verwijdering eelt en vermindering druk, bij diabetes mogelijk wel (Julia Potter, 2015)

### 3. Druk

- Meer mechanische stress leid tot meer eeltvorming (Springett, 1993)

↑ druk



↑ groeifactoren &  
ontstekingsmediatoren



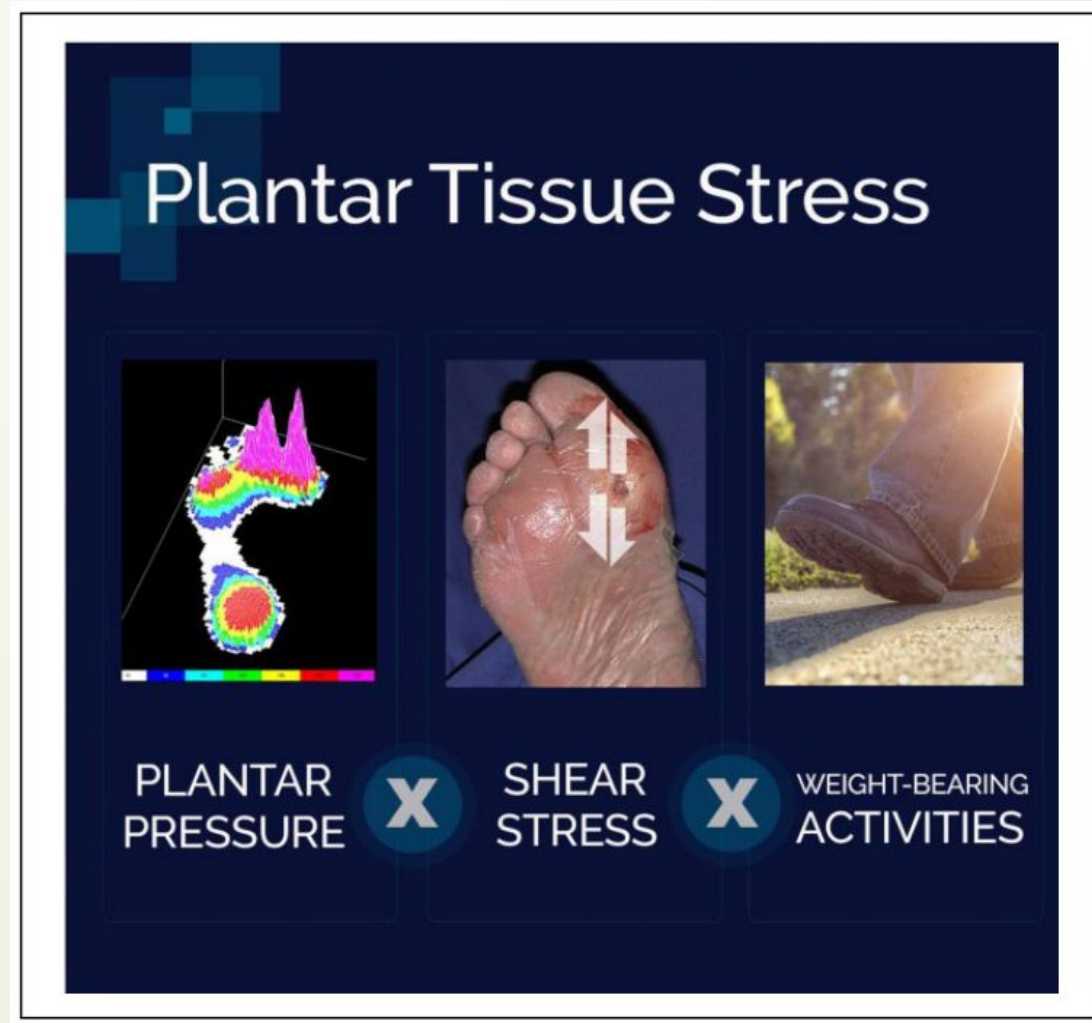
↑ meer aanmaak onvolledige cellen in  
stratum corneum & ↓ afbraak huidcellen



Hardere (minder vocht behoudende) huidlaag /  
hyperkeratose

(Booth & McInnes, 1997; Marczak et al., 2018)

## 4. Plantar Tissue Stress



(Lazzarini et al., 2019)





## 5. Shear

- Verhoogde shear stress houdt verband met het ontstaan van eelt (Hamatani et al., 2016)
- Verhouding shear t.o.v. druk lijkt van belang te zijn in het ontstaan van eelt. Meer shear t.o.v. druk geeft hoger risico (Amemiya et al., 2016)
- Beide onderzoeken dominant aangetoond onder MTP-I en II
- Nog moeilijk te meten en resultaten zijn hierdoor beperkt te interpreteren (Jones et al., 2022; Lazzarini et al., 2019)
- Veel onderzoek bij diabetes en bij neuropathie weten we dat de huid minder verplaatsbaar is dan bij de gezonde voet dit heeft dus invloed op de shear krachten



## 6. Belasting

- Meer eelt bij mensen die thuis wat langer op hun voeten staan (Spink et al., 2009)
- Meer eelt bij mensen die minder lang hun voeten belasten (Maluf & Mueller, 2003)
- Meer problematische eeltvorming bij mensen die meer variëren in hoeveel stappen ze zetten (Waaijman et al., 2014)



## 7. Physical Stress Model

□ Physical stress model (Mueller & Maluf, 2002)

Te weinig inwerkende kracht □ atrofie

Genoeg inwerkende kracht = behoud

Meer inwerkende kracht □ adaptie

Teveel inwerkende kracht = schade



## 7. Physical Stress Model

- Eelt komt meer voor in niet geschoeide populatie (Holowka et al., 2019)
- Een 30% hardere huid bij ongeschoeid zijn dan geschoeide populatie gemeten met de drukmeter ontwikkeld voor schoenen (D'Août, 2019; Holowka et al., 2019)
- De dikte van de eeltlaag gaf geen verschil in het ervaren van mechanische prikkels onder de voet (Holowka et al., 2019)

## 8. Schoenen

- Relatie tussen eelt en niet goed passende schoenen (Palomo-López et al., 2017)

**Table 3**

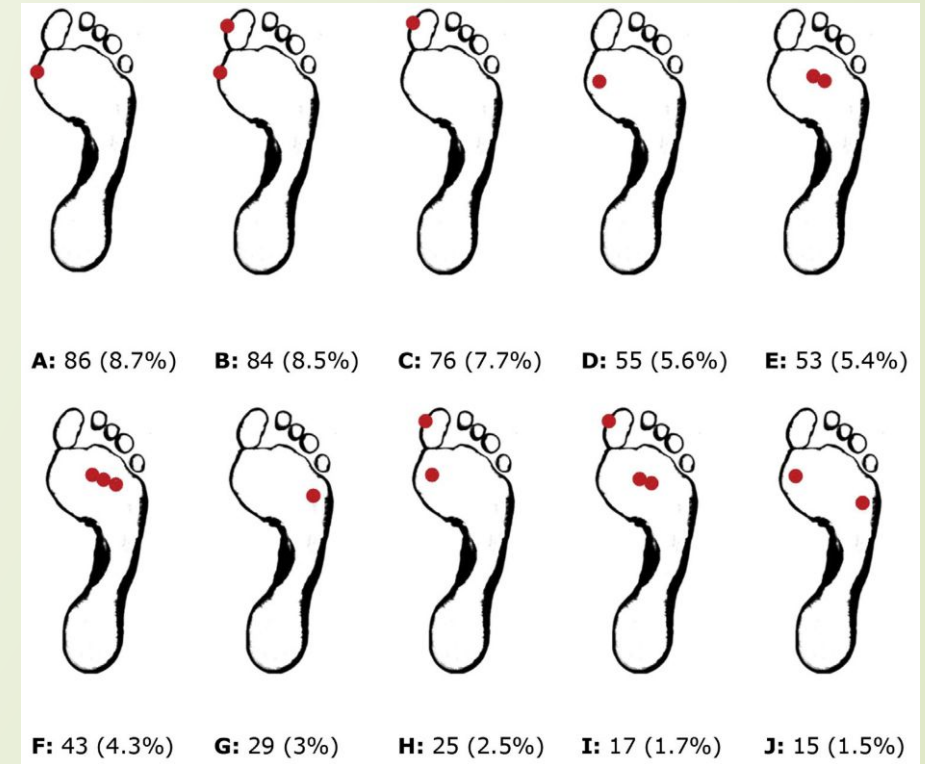
**Types of shoes and history HL.**

<b>Frequency with which patients have HL</b>	<b>Total N=100 (%)</b>	<b>With HL n=61 (%)</b>	<b>Without HL n=39 (%)</b>	<b><i>P</i></b>
Optimal	14 (14)	5 (8.2)	9 (23.08)	.0001
Adequate	43 (43)	19 (31.15)	24 (61.54)	
Dangerous	43 (43)	37 (60.65)	6 (15.38)	
Total	100 (100)	61 (100)	39 (100)	



# 8. Schoenen

- Meest voorkomende locatie eelt?
- MTP-I 26,7%, Hallux I 20,4%, MTP-V 4,5% (García & Soler, 2017)
- (Sánchez-Rodríguez et al., 2023)

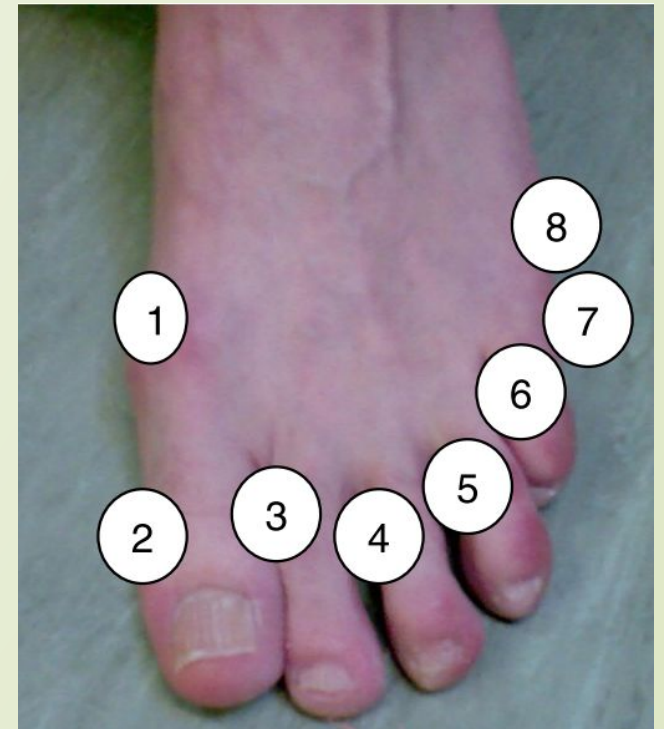


	Hallux	MTP-I	MTP-II	MTP-V
Man	29,9%	25,4%	17,9%	23,4%
Vrouw	28,6%	27,1%	43,7%	37,7%

## 8. Schoenen

- Branthwaite, H., Chockalingam, N., & Greenhalgh, A. (2013). The effect of shoe toe box shape and volume on forefoot interdigital and plantar pressures in healthy females. *Journal of Foot and Ankle Research*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-6-28>

Pressure–time integral (N/cm <sup>2</sup> /ms)				
	Round	Square	Point	p value
Sensor 1	15.54(17.01)	19.53(17.22)	17.06(19.54)	0.133*
Sensor 2	1.17(2.7)	6.32(10.64)	10.62(14.62)††	0.001*
Sensor 3	3.24(6.97)‡§	5.25(10.4)	8.64(14.33)	0.001**
Sensor 4	3.59(7.45)	7.01(10.27)	9.38(12.79)†	0.001*
Sensor 5	7.07(13.83)	8.35(11.92)	9.23(15.76)	0.31**
Sensor 6	16.41(17.77)	18.5(23.1)	10.9(11.88)	0.56*
Sensor 7	17.97(18.87)	23.09(21.98)	15.7(18.13)	0.145*
Sensor 8	7.63(8.59)‡	14.41(11.62)§	18.45(16.19)	0.000*





## 8. Schoenen

- Vermindering van druk door gebruik van zooltjes leid tot minder callus vorming (Colagiuri et al., 1995)
  - 9 interventie + 12 controle
  - Niet meer herhaald, deze word ook nog in de meeste recente papers aangehaald



## 9. Aanvullende informatie

- Eeltvorming kan zich verschillend voordoen, categoriseren is lastig en consensus bereiken tussen specialisten blijkt moeilijk tot onmogelijk (Julia Potter, 2015)
- Podotherapeuten, pedicuren en orthopedisch schoenmakers kunnen slecht beoordelen waar druk is onder de voet zonder gebruik te maken van een drukmeting (Guldemonst et al., 2006)
  - Podotherapeuten onderling ICC: 0,67
  - Pedicuren onderling ICC: 0,65
  - Orthopedisch schoenmakers onderling ICC: 0,76
  - **Interdisciplinair ICC: 0,000-0,01**



# 10. Conclusie

Er lijkt een duidelijke relatie te zijn tussen druk en eelt. Deze relatie is al lang geleden (1992) voorgesteld en heeft sindsdien enige wetenschappelijke basis. Het geeft echter nog geen consequent beeld. Soms meer druk geen eelt, soms wel eelt maar niet meer druk.

Mogelijk komt dat omdat er meer factoren een rol spelen zoals shearing krachten en de mate van belasting (plantar stress model). Shearing krachten zijn daarin nog moeilijk meetbaar en een combinatie tussen shearing en druk krachten zou ook nog mogelijk kunnen zijn. Ook voor belasting is tegenstrijdig bewijs. Al dit bewijs lijkt wel te passen onder het tissue stress model.

In het wetenschappelijk onderzoek is veel aandacht voor problematisch eelt (bij diabetes), maar misschien kijken we dan naar 1 uiterste van het tissue stress model en moeten we het niet zo negatief benaderen. Er zijn aanwijzingen dat eelt ook voordelen heeft.



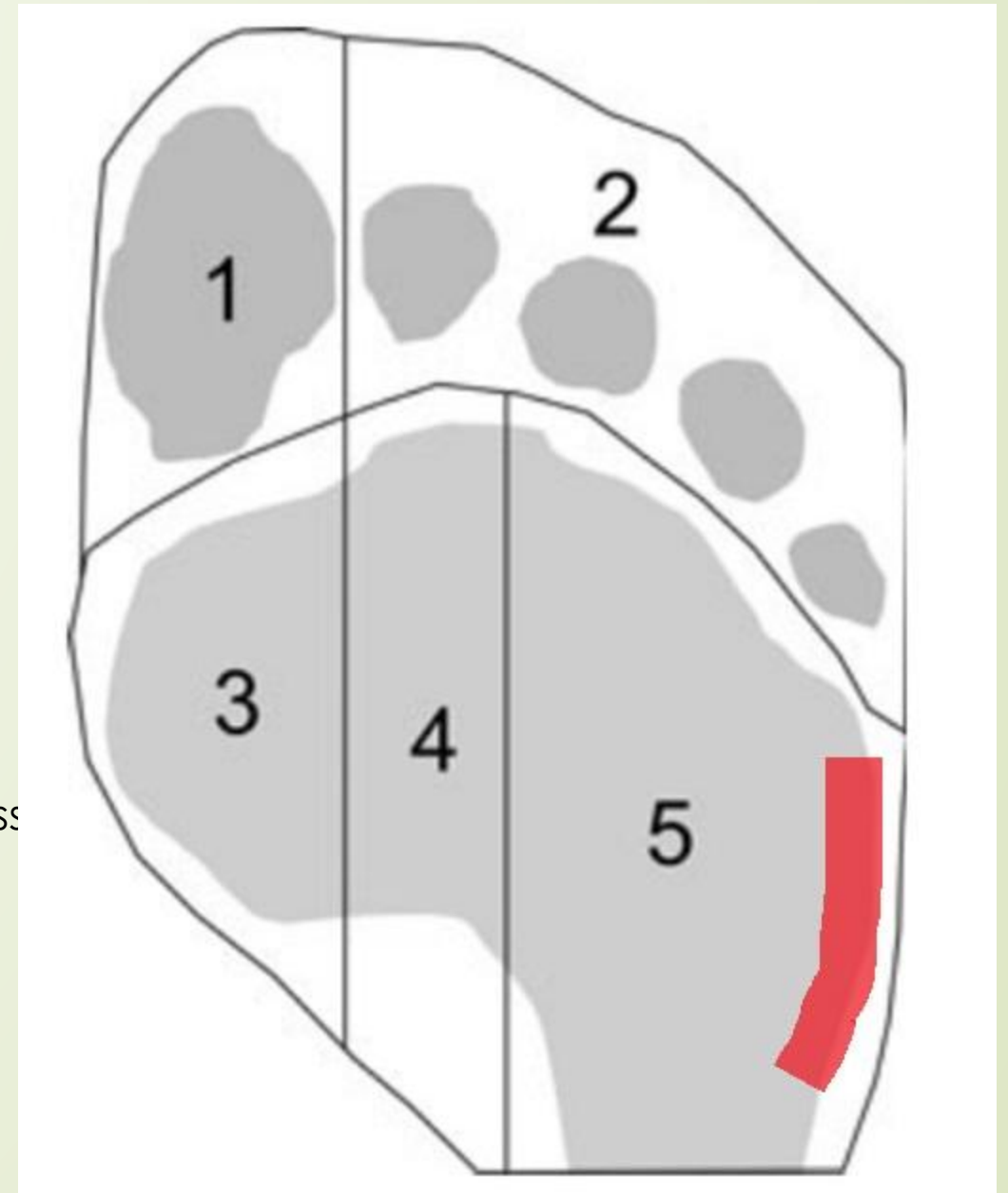


## 10. Conclusie

Eelt en druk zijn niet gelijk aan elkaar gesteld. Er lijken meer factoren te zijn die meespelen in het ontstaan van eelt. Mogelijk waardevol om daar ook aan te denken bij de constatering van eelt. Op basis waarvan zou je de eelt kunnen verklaren, is dit een logische plek op basis van druk, aandoening, shearing krachten, belasting en/of schoeisel?

# 10. Conclusie

- 1.1 Mediaal:** Hallux Valgus  
Schoengerelateerd?
- 1.2 Dorsaal:** Drukgerelateerd  
Pes Planus  
Hallux rigidus?
- 2.** **NIET DRUKGERELATEERD**
- 3.1 Mediaal:** Hallux Valgus
- 3.2 Dorsaal:** **NIET DRUKGERELATEERD**  
Shear/Plantar stress  
Pes cavus?
- 4.** Drukgerelateerd  
Shear stress & Shear/Plantar stress  
Klaw-/Hamerteen II  
**GEEN RELATIE METATARSALGIA**
- 5.1 Dorsaal:** Drukgerelateerd  
Klaw-/Hamerteen III-V  
**GEEN RELATIE METATARSALGIA**
- 5.2 Lateraal:** Schoengerelateerd?



# 11. Casus

- Hallux valgus
- Tailor's bunion
- Geen klauwtenen
- Brandende pijn onder MTP-II





# 12. Literatuur

- Amemiya, A., Noguchi, H., Oe, M., Takehara, K., Ohashi, Y., Suzuki, R., Yamauchi, T., Kadowaki, T., Sanada, H., & Mori, T. (2016). Shear Stress-Normal Stress (Pressure) Ratio Decides Forming Callus in Patients with Diabetic Neuropathy. *Journal of Diabetes Research*, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2017/5825971>
- Booth, J., & McInnes, A. (1997). The aetiology and management of plantar callus formation. *Journal of Wound Care*, 6(9), 427–430. <https://doi.org/10.12968/jowc.1997.6.9.427>
- Branthwaite, H., Chockalingam, N., & Greenhalgh, A. (2013). The effect of shoe toe box shape and volume on forefoot interdigital and plantar pressures in healthy females. *Journal of Foot and Ankle Research*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-6-28>
- Colagiuri, S., Marsden, L. L., Naidu, V., & Taylor, L. (1995). The use of orthotic devices to correct plantar callus in people with diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 28(1), 29–34. [https://doi.org/10.1016/0168-8227\(95\)01050-N](https://doi.org/10.1016/0168-8227(95)01050-N)
- D'Août, K. (2019). Your sensitive sole. *Nature*, 571, 176–177.
- Espinosa, N., Maceira, E., & Myerson, M. S. (2008). Current Concept Review: Metatarsalgia. *Foot and Ankle International*, 29(8), 871–879. <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0000>
- García, C. A., & Soler, F. C. (2017). Plantar Hyperkeratotic Patterns in Older Patients. *International Journal of Gerontology*, 11(4), 239–243. <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2017.03.008>



# 12. Literatuur



- Guldmond, N. A., Leffers, P., Nieman, F. H. M., Sanders, A. P., Schaper, N. C., & Walenkamp, G. H. I. M. (2006). Testing the proficiency to distinguish locations with elevated plantar pressure within and between professional groups of foot therapists. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *7*, 1–11. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-7-93>
- Hamatani, M., Mori, T., Oe, M., Noguchi, H., Takehara, K., Amemiya, A., Ohashi, Y., Ueki, K., Kadowaki, T., & Sanada, H. (2016). Factors Associated with Callus in Patients with Diabetes, Focused on Plantar Shear Stress during Gait. *Journal of Diabetes Science and Technology*, *10*(6), 1353–1359. <https://doi.org/10.1177/1932296816648164>
- Holowka, N. B., Wynands, B., Drechsel, T. J., Yegian, A. K., Tobolsky, V. A., Okutoyi, P., Mang'eni Ojiambo, R., Haile, D. W., Sigei, T. K., Zippenfennig, C., Milani, T. L., & Lieberman, D. E. (2019). Foot callus thickness does not trade off protection for tactile sensitivity during walking. *Nature*, *571*(7764), 261–264. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1345-6>
- Jones, A. D., De Siqueira, J., Nixon, J. E., Siddle, H. J., Culmer, P. R., & Russell, D. A. (2022). Plantar shear stress in the diabetic foot: A systematic review and meta-analysis. *Diabetic Medicine*, *39*(1). <https://doi.org/10.1111/dme.14661>
- Lazzarini, P. A., Crews, R. T., van Netten, J. J., Bus, S. A., Fernando, M. E., Chadwick, P. J., & Najafi, B. (2019). Measuring Plantar Tissue Stress in People With Diabetic Peripheral Neuropathy: A Critical Concept in Diabetic Foot Management. *Journal of Diabetes Science and Technology*, *13*(5), 869–880. <https://doi.org/10.1177/1932296819849092>
- Maluf, K. S., & Mueller, M. J. (2003). Comparison of physical activity and cumulative plantar tissue stress among subjects with and without diabetes mellitus and a history of recurrent plantar ulcers. *Clinical Biomechanics*, *18*(7), 567–575. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(03\)00118-9](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(03)00118-9)





# 12. Literatuur

- ❑ Marczak, D., Liberski, S., & Migdalski, A. (2018). Plantar calluses-pathogenesis, risk factors, prophylaxis, methods of treatment. *Journal of Education, Health and Sport*, 8(8), 302–312.
- ❑ Menz, H. B., Zammit, G. V., & Munteanu, S. E. (2007). Plantar Pressures are higher under callused regions of the foot in older people. *Clinical Dermatology*, 32, 375–380.
- ❑ Menz, Hylton B., Fotoohabadi, M. R., Munteanu, S. E., Zammit, G. V., & Gilheany, M. F. (2013). Plantar pressures and relative lesser metatarsal lengths in older people with and without forefoot pain. *Journal of Orthopaedic Research*, 31(3), 427–433. <https://doi.org/10.1002/jor.22229>
- ❑ Mickle, K. J., Munro, B. J., Lord, S. R., Menz, H. B., & Steele, J. R. (2011). Gait, balance and plantar pressures in older people with toe deformities. *Gait and Posture*, 34(3), 347–351. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.05.023>
- ❑ Mueller, M. J., & Maluf, K. S. (2002). Tissue adaptation to physical stress: A proposed “Physical Stress Theory” to guide physical therapist practice, education, and research. *Physical Therapy*, 82(4), 383–403. <https://doi.org/10.1093/ptj/82.4.383>
- ❑ Oh-Park, M., Kirschner, J., Abdelshahed, D., & Kim, D. D. J. (2019). Painful Foot Disorders in the Geriatric Population: A Narrative Review. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(9), 811–819. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001239>
- ❑ Palomo-López, P., Becerro-De-Bengoa-Vallejo, R., Losa-Iglesias, M. E., Rodríguez-Sanz, D., Calvo-Lobo, C., & López-López, D. (2017). Footwear used by older people and a history of hyperkeratotic lesions on the foot. *Medicine (United States)*, 96(15), 4–7. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000006623>
- ❑ Potter, J., & Potter, M. J. (2000). Effect of callus removal on peak planter pressures. *The Foot*, 10(1), 23–26. <https://doi.org/10.1054/foot.2000.0576>



# 12. Literatuur

- ❑ Potter, Julia. (2015). Hyperkeratosis of the foot: Part 2. *Podiatry Review*, 72(2).
- ❑ Sánchez-Rodríguez, R., Martínez-Quintana, R., Martínez-Nova, A., Martínez-Rico, M., Pedrera-Zamorano, J. D., & Chicharro-Luna, E. (2023). Correlation between the foot pressure index and the prevalence of plantar hyperkeratosis. *Journal of Tissue Viability*, May, 0–4. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2023.05.007>
- ❑ Spink, M. J., Menz, H. B., & Lord, S. R. (2009). Distribution and correlates of plantar hyperkeratotic lesions in older people. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-2-8>
- ❑ Springett, K. P. (1993). *The influence of forces generated during gait on the clinical appearance and physical properties of skin callus* [Brighton]. <https://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.334540>
- ❑ Tang, U. H., Zügner, R., Lisovskaja, V., Karlsson, J., Hagberg, K., & Tranberg, R. (2015). Foot deformities, function in the lower extremities, and plantar pressure in patients with diabetes at high risk to develop foot ulcers. *Diabetic Foot and Ankle*, 6(1). <https://doi.org/10.3402/dfa.v6.27593>
- ❑ Waaijman, R., De Haart, M., Arts, M. L. J., Wever, D., Verlouw, A. J. W. E., Nollet, F., & Bus, S. A. (2014). Risk factors for plantar foot ulcer recurrence in neuropathic diabetic patients. *Diabetes Care*, 37(6), 1697–1705. <https://doi.org/10.2337/dc13-2470>
- ❑ Young, M. J., Cavanagh, P. R., Thomas, G., Johnson, M. M., Murray, H., & Boulton, A. J. M. (1992). The Effect of Callus Removal on Dynamic Plantar Foot Pressures in Diabetic Patients. *Diabetic Medicine*, 9(1), 55–57. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.1992.tb01714.x>
- ❑ Zammit, G. V., Menz, H. B., Munteanu, S. E., & Landorf, K. B. (2008). Plantar pressure distribution in older people with osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint (Hallux limitus/rigidus). *Journal of Orthopaedic Research*, 26(12), 1665–1669. <https://doi.org/10.1002/jor.20700>