

Inhalt

Einleitung	8
Kapitel 1 Gehen als Lernvorgang und variabler Prozess	10
1.1 Sensoren der Bewegungsregelung	12
1.2 Änderung des Bewegungsmusters durch verschiedene Faktoren	13
1.2.1 Störungen der Sensoren	14
1.2.2 Störungen im Muskelsystem	15
1.2.3 Störungen im motorischen Programm	16
1.3 Natürliche Stoßdämpfer	16
1.3.1 Unterhautfettgewebe	17
1.3.2 Fußgewölbe	17
1.3.3 Menisci	18
1.3.4 Muskelkontraktion	18
1.3.5 Form der Wirbelsäule und Bandscheiben	19
1.3.6 Flüssigkeitslagerung des Gehirns	19
Kapitel 2 Statik hilft, die Dynamik zu verstehen	20
2.1.1 Fußachsen und Fußform	20
2.1.2 Knieachsen	22
2.1.3 Rotationsfehlstellungen	24
2.1.3.1 Torsion der Achse Unterschenkel – Fuß	25
2.1.3.2 Torsion der Achse Oberschenkel – Fuß	26
2.1.3.3 Rotation im Hüftgelenk (Antetorsion des Femurkopfes)	27
2.1.4 Haltungsinspektion	27
2.1.4.1 Beckenregion	28
2.1.4.2 Rumpfreion	32
2.1.4.3 Schulter-Nacken-Region	34
2.1.4.4 Inspektion von der Seite	35
2.1.5 Muskeltests	37
2.1.5.1 Verkürzung Hüftbeugemuskulatur	37
2.1.5.2 Verkürzung Wadenmuskulatur	39
2.1.5.3 Schwäche Plantarflexoren	40
2.1.5.4 Verkürzung Oberschenkeladduktoren	40
2.1.5.5 Schwäche Oberschenkelabduktoren – Trendelenburg-Test	41
2.1.6 Beweglichkeitstests	41
2.1.6.1 Aufrichtbarkeit des Längsgewölbes	41
2.1.6.2 Torsionsfähigkeit zwischen Vorfuß und Mittelfuß	42
2.1.6.3 Torsionsfähigkeit zwischen Vorfuß und Rückfuß	42
2.1.6.4 Beweglichkeit der Zehengrundgelenke	43
2.1.6.5 Beweglichkeit des oberen Sprunggelenks	43
2.2 Biomechanische Zusammenhänge	44
2.2.1 Pronation im Mittelfuß und Bewegung der Knieachse	44
2.2.1.1 Die Begriffe Pronation und Eversion	45
2.2.1.2 Wie die Fußmuskeln wirken	47
2.2.2 Oberschenkelinnenrotation und Beckenvorkeppung	48
2.3 Auswirkungen statischer Veränderungen auf die Dynamik	50
2.3.1 Fehlstellungen der Achse Unterschenkel - Fuß	50
2.3.1.1 Innenrotationsfehler	51
2.3.1.1 Außenrotationsfehler	53
2.3.2 Koppelung Talus – Tibia bei Fußfehlstellungen	54
2.3.3 Koppelungen Rückfuß – Hüftgelenk	56
2.3.4 Fehlstellungen der Achse Hüftgelenk – Oberschenkel	56
2.3.4.1 Antetorsion des Oberschenkelhalses / Coxa antetorta	56
2.3.4.2 Coxa retrota	59
2.3.5 Fehlstellungen von Becken und LWS	59
2.3.5.1 Beinlängendifferenz	59
2.3.5.2 Hohlkreuz	60
Kapitel 3 Methodik der Ganganalyse	62
3.1 Grundlagen der Pedographie	62

3.1.1	Definition	62
3.1.2	Messsysteme	62
3.1.2.1	Messplattformen	62
3.1.2.2	Sohlensysteme	63
3.1.3	Messprinzipien	64
3.1.4	Reproduzierbarkeit	65
3.1.5	Darstellung	66
3.2	Pedographie im Labor	67
3.2.1	Ebene Gehstrecke	67
3.2.2	Rutschfreier Untergrund	67
3.2.3	Optische Verkleidung	68
3.2.4	Ausreichende Länge	68
3.3	Wie genau ist die Pedographie?	69
3.3.1	Betrachtungen zur physikalischen Genauigkeit	69
3.3.2	Betrachtungen zur physiologischen Genauigkeit	70
3.4	Interpretation einer pedographischen Messung	71
3.4.1	Absolute Maximaldruckbelastung einzelner Fußareale	71
3.4.1.1	Plantarer Maximaldruck beim Diabetiker	71
3.4.2	Gemittelte Druckbelastung einzelner Fußbereiche	73
3.4.3	Ganglinie	74
3.4.4	Kraft- und Flächenkurven	74
3.4.5	Kraftrate	76
3.5	Erkennen von Fehlstellungen in der pedographischen Messung	77
3.5.1	Spreizfuß	77
3.5.2	Senkfuß	78
3.5.3	Hohlfuß	79
3.5.4	Knickfuß	79
3.5.5	Sichelfuß	80
3.5.6	Klumpfuß	80
3.5.7	Ganglinienstörungen	80
3.5.8	Blockierungen der Fußwurzel	81
3.5.9	Blockierungen der Ileosacralgelenke	82
3.5.10	Beinlängendifferenzen	83
3.5.11	Pathologischer Vorfußkontakt	84
3.5.12	Schonbewegungen	84
3.6	Videoanalyse	86
3.6.1	Einrichtung eines Ganganalyselabors	86
3.6.1.1	Messung in 2D oder 3D?	86
3.6.1.2	Kameras	87
3.6.1.3	Kamerafrequenz	88
3.6.1.4	Einrichten der Kameras	88
3.6.1.5	Ausleuchtung	89
3.6.1.6	Kalibrierungstafeln	89
3.6.2	Markerpositionierung am Probanden	90
3.6.2.1	Marker am Fuß und Unterschenkel	91
3.6.2.2	Marker am Schienbein	92
3.6.2.3	Marker am Knie	92
3.6.2.4	Marker am Hüftgelenk	92
3.6.2.5	Marker an den SIPS	93
3.6.2.6	Marker an den SIAS	93
3.6.2.7	Marker auf der Wirbelsäule	93
3.6.2.8	Marker auf dem Schuh	93
3.6.3	Winkelmessungen	94
3.6.3.1	Zwei-Punkt-Winkel	94
3.6.3.2	Zwischensegmentwinkel („Drei-Punkt-Winkel“)	94
3.6.3.3	Parallaxenfehler	94
3.6.3.4	Rückfußwinkel (Fersenbeinwinkel, Gamma-Winkel)	96
3.6.3.5	Unterschenkelwinkel (Alpha-Winkel)	96
3.6.3.5	Achillessehnenwinkel (Beta-Winkel)	97
3.6.3.6	Q-Winkel	97
3.6.3.7	Fußwinkel (Gehwinkel)	98
3.6.4	Längenmessungen	98
3.6.5	Punktverfolgung	99

3.6.5.1 Beispiel: Analyse der Beckenbewegung	99
3.6.5.2 Beispiel: Analyse der Kniebewegung	105
3.7 Laufband	106
3.7.1 Vergleich Gehen auf dem Laufband zu freiem Gehen	106
3.7.2 Welcher Laufbandtyp ist geeignet?	107
3.7.3 Vergleich zwischen hartem und weich gedämpftem Laufband	109
3.7.4 Eingewöhnungszeit auf dem Laufband	109
3.7.5 Wahl der Geschwindigkeit	110
3.7.6 Was tun bei unsicheren Patienten?	110
3.8 Gehstrecke	112
3.8.1 Schrittweite („Spurbreite“)	113
3.8.2 Schrittlänge	113
3.8.3 Gehgeschwindigkeit	114
3.8.4 Schrittfrequenz - Kadenz	115
3.8.5 Rotationsstellungen der Füße	115
3.8.6 Länge der Gehstrecke	116
3.8.7 Vergleich Gehstrecke – Laufband	116
3.9 Normwerte in der Ganganalyse	116
3.10 Ablauf einer Ganganalyse	118
3.10.1 Terminierung	118
3.10.2 Anamnese	118
3.10.3 Aus- und Umkleiden des Patienten	119
3.10.4 Anbringen der Marker	119
3.10.5 Durchführung der Pedographie und/oder Videoanalyse	119
3.10.6 Auswertung	120
3.10.7 Empfehlung und Berichterstellung	120
3.10.8 Hygiene	121
3.11 Ganganalyse bei Kindern	122
3.11.1 Innenrotiertes Gangbild	123
3.11.2 Beckenvorkippung	124
3.11.3 Zehenspitzenengang	125
3.11.4 Neurologische Störungen	125
Kapitel 4 Untersuchung der Schrittphasen	126
4.1 Beschreibung der Schrittphasen	126
4.1.1 Initialer Bodenkontakt <i>Initial contact</i>	128
4.1.2 Lastaufnahme <i>Loading response</i>	129
4.1.3 Mittlere Stützphase <i>Mid stance</i>	131
4.1.4 Terminale Stützphase, Abstoßphase <i>Terminal stance, push off</i>	133
4.1.5 Vorschwungphase <i>Pre-swing</i>	134
4.1.6 Initiale Schwungphase <i>Initial swing</i>	135
4.1.7 Mittlere Schwungphase <i>Mid swing</i>	136
4.1.8 Terminale Schwungphase <i>Terminal swing</i>	137
4.2 Kritische Phasen in der Schrittabwicklung	138
4.2.1 Initialer Bodenkontakt - Fersenbeinstabilität	138
4.2.2 Mittlere Schwungphase - Clearance	139
4.2.3 Abstoßphase – Achillessehnenzug	141
4.3 Die Schrittphasen in der Ganganalyse untersuchen	142
4.3.1 Initialer Bodenkontakt <i>initial contact</i>	142
4.3.2 Lastaufnahme <i>loading response</i>	144
4.3.3 Mittlere Stützphase <i>mid stance</i>	147
4.3.4 Terminale Stützphase, Abstoßphase <i>terminal stance, push off</i>	149
4.3.5 Vorschwungphase <i>pre swing</i>	151
4.3.6 Initiale Schwungphase <i>initial swing</i>	152
4.3.7 Mittlere Schwungphase <i>mid swing</i>	153
4.3.8 Terminale Schwungphase <i>terminal swing</i>	155
Kapitel 5 Die Analyse des Laufens	156
5.1 Technische Anforderungen an die Laufanalyse	157
5.2 Laufstile: Wie setzt der Fuß auf?	157
5.1.1 Rückfußläufer	158
5.1.2 Mittelfußläufer	158
5.1.3 Vorfußläufer	159

5.3 Bewertung in der Laufanalyse	159
5.3.1 Initial contact	159
5.3.2 Loading response	160
5.3.3 Push off	160
5.3.4 Schwungphase	160
5.3.5 Armpendel	160
5.3.6 Rumpfposition	161
Kapitel 6 Typische Beschwerdebilder und ihre Ursachenanalyse	162
6.1 Zehengrundgelenke – Metatarsalgie	163
6.2 Digitus superductus	163
6.3 Hallux rigidus (steife Großzehe)	164
6.4 Dornwarzen	164
6.5 Beschwerden im Mittelfuß	165
6.6 Fersensporn	165
6.7 Plantare Fascitis	166
6.8 Achillessehne	166
6.9 Tibialis posterior-Syndrom	167
6.10 Schienbein-Kanten-Syndrom / Shin-Splints	168
6.11 Kniebeschwerden	169
6.12 Chondropathia patellae – Patello-femorales Schmerzsyndrom	171
6.13 Iliotibiales Bandsyndrom – Runners knee – Läuferknie	172
6.14 Proximales Fibulaköpfchen	173
6.15 Leistenschmerzen	173
6.16 Abduktorenschwäche	174
6.17 ISG-Blockaden	175
6.18 Low Back-Pain	176
6.19 Rheumatische Arthritis	177
6.20 Diabetischer Fuß	178
6.21 Sturzprophylaxe	178
Kapitel 7 Laufschuhbewertung bei der Analyse	180
7.1 Dämpfung	180
7.2 Stützen	182
7.3 Führen	185
7.4 Natürliche Bewegung erlauben	187
7.4.1 Bewegung des Fersengewebes	187
7.4.2 Torsion Vorfuß / Rückfuß	188
7.4.3 Flexibilität im Vorfuß	189
7.5 Konstruktionsmerkmale von Laufschuhen und ihre Bewertung in der Ganganalyse	190
7.5.1 Rückfuß	190
7.5.2 Vorfuß	192
7.5.3 Schaft und Laufsohle	192
Kapitel 8 Laufbandanalyse zur Einlagenoptimierung	194
8.1 Einfluss biomechanischer Messgrößen auf die Einlagenelemente	195
8.2 Fußpositionierung und Einlagengestaltung	196
8.3 Einlagenkorrektur und ihre Wirkung auf höher liegende Gelenke	198
8.3.1 Verringerung der Knieinnenrotation	198
8.3.2 Entlastung des medialen Kniegelenkspaltes	198
Literatur	200
Anhang 1 Anatomische Landmarks	210
Anhang 2 Gangabweichungen	212
Anhang 3 Schrittlänge	214
Anhang 4-1 Statische Analyse	215
Anhang 4-2	216
Anhang 4-3 Muskelanalyse	217
Anhang 4-4 Dynamische Analyse	218
Anhang 4-5	219