

**Inhaltsverzeichnis**

Seite

**Abkürzungsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	1
<b>2</b>	<b>FORSCHUNGSSTAND</b> .....	10
2.1	Entwicklung der sportimmunologischen Forschung.....	10
2.2	Auswirkungen akuter körperlicher Belastungen auf immunologische Parameter	12
2.2.1	Quantitative Veränderungen der Leukozyten.....	12
2.2.2	Wirkungsmechanismen der belastungsinduzierten Leukozytose .....	17
2.2.3	Qualitative Veränderungen der Granulozyten und Monozyten .....	18
2.2.4	Qualitative Veränderungen der NK-Zellen .....	20
2.3	Immunologische Parameter von Leistungssportlern im Vergleich zu Untrainierten (Querschnittsstudien) .....	21
2.3.1	Quantitative Veränderungen der Leukozyten.....	21
2.3.2	Qualitative Veränderungen der Leukozyten.....	24
2.4	Immunologische Parameter von Leistungssportlern in Längsschnittuntersuchungen.....	25
2.5	Immunsuppression bei Hochleistungssportlern? .....	31
2.6	Auswirkungen körperlicher Belastungen auf Katecholamine und Kortisol.....	34
2.6.1	Quantitative Veränderungen der Hormone Adrenalin, Noradrenalin und Kortisol bei akuter körperlicher Belastung .....	35
2.6.2	Beeinflussung endokrinologischer Parameter durch Ausdauertraining ....	38
2.7	Auswirkung von Ausdauertraining auf hämatologische Parameter .....	39
2.7.1	Reaktion hämatologischer Parameter auf akute Belastungen .....	39
2.7.2	Langfristige Veränderungen hämatologischer Parameter durch Ausdauersport .....	40
2.8	Leistungsdiagnostische Parameter im Jahresverlauf.....	41
2.9	Status quo der Sportimmunologie .....	41

<b>3</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b> .....	43
3.1	Probanden.....	43
3.2	Untersuchungszeitraum.....	45
3.3	Immunologische und hämatologische Untersuchungen.....	48
3.3.1	Hämatologie.....	48
3.3.2	Lymphozytensubpopulationen.....	49
3.3.3	Quantitative Bestimmung der Phagozytoseaktivität von Monozyten und Granulozyten.....	51
3.3.4	Bestimmung der zytotoxischen Aktivität von NK-Zellen.....	53
3.4	Bestimmung der Hormonkonzentrationen.....	55
3.4.1	Plasma-Katecholaminmessung.....	55
3.4.2	Radioimmunoessay.....	57
3.5	Leistungsdiagnostik.....	59
3.5.1	Ergometer.....	59
3.5.2	Testprotokoll.....	60
3.5.3	Bestimmung der Herzfrequenz.....	61
3.5.4	Laktatwertbestimmung.....	61
3.6	Statistik.....	63
<b>4</b>	<b>UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE</b> .....	64
4.1	Hämatologie.....	65
4.1.1	Quantitative Veränderungen der Erythrozytenzahlen.....	65
4.1.2	Quantitative Veränderungen der Hämoglobinwerte.....	66
4.1.3	Quantitative Veränderungen des Hämatokritwertes.....	67
4.1.4	Quantitative Veränderungen des mittleren Erythrozyteneinzelvolumens.....	68
4.1.5	Quantitative Veränderungen des mittleren Erythrozytenhämoglobins.....	69
4.1.6	Quantitative Veränderungen der mittleren Erythrozytenhämoglobinkonzentration.....	70
4.1.7	Quantitative Veränderungen der Thrombozyten.....	71
4.1.8	Quantitative Veränderungen mittleren Thrombozytenvolumens.....	72
4.2	Differentialblutbild.....	73
4.2.1	Quantitative Veränderungen der Leukozyten.....	73

4.2.2	Quantitative Veränderungen der Lymphozyten .....	74
4.2.3	Quantitative Veränderungen der Granulozyten.....	75
4.2.4	Quantitative Veränderungen der Monozyten .....	76
4.3	Lymphozytensubpopulationen .....	77
4.3.1	T-Lymphozyten (CD 2).....	77
4.3.2	T-Lymphozyten (CD 3).....	78
4.3.3	T-Helferzellen (CD 4) .....	79
4.3.4	Zytotoxische/Suppressor T-Lymphozyten (CD 8) .....	81
4.3.5	T-Helfer/T-Suppressorzellen (T4/T8 Ratio).....	82
4.3.6	B-Lymphozyten (CD 19).....	83
4.3.7	Natürliche Killerzellen (CD 56/CD 16) .....	84
4.4	Aktivierungsmarker.....	85
4.4.1	HLA-DR+ Lymphozyten.....	85
4.4.2	Aktivierte T-Lymphozyten (CD 3+/HLA-DR+) .....	86
4.4.3	Aktivierte Monozyten (HLA-DR+).....	87
4.4.4	IL-2+ Lymphozyten.....	88
4.4.5	IL-2+ Monozyten.....	89
4.5	Phagozytoseaktivität von Granulozyten und Monozyten.....	90
4.5.1	Granulozyten .....	90
4.5.2	Monozyten.....	91
4.6	Zytotoxizität von NK-Zellen.....	92
4.6.1	Zytotoxizität von NK-Zellen .....	92
4.6.2	Zytotoxizität von IL-2 stimulierten NK-Zellen.....	93
4.7	Hormonbestimmungen .....	94
4.7.1	Adrenalin .....	94
4.7.2	Noradrenalin .....	95
4.7.3	Kortisol .....	96

4.8	Leistungsdiagnostische Parameter .....	97
4.8.1	Absolute Leistung bei Belastungsabbruch im Stufentest .....	97
4.8.2	Relative Leistung bei Belastungsabbruch im Stufentest .....	98
4.8.3	Leistung bei 2 mmol/l Laktat .....	99
4.8.4	Leistung bei 4 mmol/l Laktat .....	100
4.8.5	Leistung bei HF 120 .....	101
4.8.6	Leistung bei HF 140 .....	102
4.8.7	Leistung bei HF 160 .....	103
<b>5</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>104</b>
5.1	Veränderungen hämatologischer Parameter im Saisonverlauf .....	105
5.2	Veränderungen des Differentialblutbildes im Saisonverlauf (Leukozyten, Lymphozyten, Monozyten, Granulozyten).....	110
5.2.1	Leukozyten im Saisonverlauf .....	111
5.2.2	Leukozytensubpopulationen (Lymphozyten, Granulozyten, Monozyten) im Saisonverlauf .....	114
5.3	Veränderungen der Lymphozytensubpopulationen im Saisonverlauf .....	116
5.3.1	T- und B-Zellen .....	116
5.3.2	T <sub>4</sub> - und T <sub>8</sub> -Zellen.....	118
5.3.3	NK-Zellen.....	121
5.4	Aktivierungsmarker auf Lymphozyten und Monozyten .....	122
5.4.1	HLA-DR+ Lymphozyten.....	122
5.4.2	HLA-DR+ Monozyten.....	123
5.4.3	IL-2 Rezeptorexpression auf Lymphozyten und Monozyten.....	125
5.5	Veränderungen funktioneller Immunparameter im Saisonverlauf.....	126
5.5.1	Phagozytose .....	126
5.5.2	NK-Zell Aktivität .....	129
5.6	Veränderungen von endokrinologischen Parametern im Saisonverlauf.....	130
5.7	Leistungsdiagnostische Kenngrößen im Saisonverlauf.....	132
5.8	Schlussbetrachtung .....	135

## Inhaltsverzeichnis

---

5.9	Infektionsprophylaxe für Radsportler.....	147
5.10	Ausblick.....	152
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>154</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>157</b>