

MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

Zusammenhang zwischen chronischen Inflammationsmarkern bei 10-
19 jährigen Kindern und Jugendlichen und deren körperliche Aktivität.

Verfasserin

Andrea Kirchberger, Bakk. Bakk.

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat)

Wien, im Juni 2010

Studienkennzahl lt. Studienblatt : A 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt: Sportwissenschaften

Betreuerin: Univ. Ass. Dipl.- Ing. Dr. Barbara Wessner

Vorwort

Ich möchte dieses Vorwort nutzen, um einigen Personen zu danken:

An erster Stelle gilt mein Dank meinen Eltern, die mir durch ihre Unterstützung überhaupt ermöglicht haben dieses Studium zu absolvieren.

Besonders bedanken möchte ich mich außerdem bei meiner Betreuerin Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr. Barbara Wessner, die sich für mich Zeit genommen hat und mich mit Rat und Tat bei meiner Diplomarbeit unterstützte.

Den Anstoß zu dieser Thematik für meine Diplomarbeit habe ich von Markus Hackl bekommen.

Alle die ich soeben erwähnt habe und an alle Freunde die mich in dieser Zeit unterstützt haben gilt ein herzliches DANKE!

Abstract

Problemstellung:

Herz-Kreislaufkrankungen führen in der heutigen Zeit die Todesstatistiken an. Risikofaktoren wie Übergewicht und körperliche Inaktivität zeichnen sich auch schon bei Kindern und Jugendlichen ab. Die Folgen können in ihrem späteren Leben gravierend sein. In den letzten Jahren wurde ein immer größeres Augenmerk auf die Rolle der Inflamationsparameter gelegt.

Ziel der Studie:

Im Mittelpunkt dieser Studie steht die Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen den Inflamationsmarkern IL-6, CRP und TNF- α und der körperlichen Aktivität von SchülerInnen im Alter von 10-19 Jahren gibt. Weiters wird untersucht, ob diese Parameter vom Schultyp, Alter und vom Geschlecht abhängen. Außerdem wird die Rolle des BMI, das tatsächliche Bewegungsausmaß (erhoben mittels Fragebogen) und die Fitness (gemessen an der Ausdauerleistungsfähigkeit) in Hinblick auf die Inflamationsparameter untersucht.

Methodik:

Die Studie stellt eine Querschnittsstudie dar und umfasst Daten, die im Rahmen des Projekts „Körperliche Aktivität macht Schule“ Schuljahr 2008/2009 erhoben wurden. 211 SchülerInnen (und deren Erziehungsberechtigte) aus der Regelschule sowie aus dem Leistungssportzweig der Schule Maroltingergasse willigten ein, neben den sportmotorischen und sportmedizinischen Tests auch Blut zur Verfügung zu stellen. Dieses wurde an 3 Tagen abgenommen, zentrifugiert und das Plasma bei -80°C gelagert.

CRP wurde bei den standardmäßigen Laboruntersuchungen ausgewertet. Außerdem wurden auch anthropometrische Tests wie Hautfaltenmessung, Infrarotfettmessung, Bauch- und Hüftumfang durchgeführt. Die Größe und das Gewicht wurden ebenfalls gemessen. Die statistische Auswertung der Daten erfolgt mittels SPSS 17.0.

Resultate:

Ein Unterschied zwischen den Inflamationsparametern TNF-alpha, IL-6 und CRP und den Schultypen konnte nicht festgestellt werden. Eine Abhängigkeit zwischen den inflammatorischen Markern und dem Alter konnte gefunden werden. Ein signifikanter Unterschied zwischen TNF-alpha, IL-6, CRP und dem Geschlecht war in unserer Studie nicht ersichtlich. Zusammenhänge zwischen BMI und den Inflamationsparametern sind gegeben. Bezüglich Bewegungsausmaß und körperliche Fitness konnten keine Korrelationen gefunden werden.

Abstract (Englisch)

Background:

Cardiovascular diseases are the most cause of death. Riskfactors like obesity and physical inactivity are also shown in youth. The results are serious for their life as adults. In the last years, the role of inflammatory factors became more and more important.

Purpose of the study:

The aim of this study ist to find a potential correlation between the inflammation markers IL-6, CRP and TNF-alpha and the physical activity of schoolchildren who are between 10-19 years old. These parameters are also investigate in terms of schooltype, age, gender. BMI, the amount of movement (measured with questionnaire) and physical fitness (measured by the aerobic fitness ability).

Methods:

This study is a cross sectional study and the data were collected in course of the project „Körperliche Aktivität macht Schule“ during the schoolyear 2008/2009. 211 schoolchildren (and their legal guadian) from the regular school and the elite sports school from the school „Maroltingergasse“ gave their okay for motor test battery, medical test battery and for amputate blood. This was withdrawn on 3 days, centrifuged and the Plasma was frozen at -80°C.

CRP was measured during the standard laboratory tests. Anthropometric parameters like skinfolds, infrared measurement, Waste/Hip circumference, hight and weight were measured.

For all analyses, SPSS 17 was used.

Results:

A difference between the inflammation markers TNF-alpha, IL-6, CRP and the schoolype couldn't be found. There is no korrelation between theses markers and age. A significant differnce between TNF-alpha, IL-6, CRP and gender is not evident. But there is a correlation between BMI and the inflammation markers. We found no correlation between the markers and physical activity and physical fitness.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	- 7 -
2 Das Immunsystem	- 9 -
2.1. Inflammation	- 12 -
2.2 Zytokine	- 14 -
2.2.1 TNF- α	- 17 -
2.2.2 Interleukine	- 19 -
2.3 CRP	- 21 -
2.4 „Low-grade-inflammation“	- 22 -
3 Immunsystem und körperliche Aktivität	- 23 -
3.1 TNF- α , IL-6 und CRP und körperliche Aktivität.....	- 27 -
3.1.1 TNF- α und körperliche Aktivität	- 27 -
3.1.2 Interleukin 6 und körperliche Aktivität	- 28 -
3.1.3 CRP und körperliche Aktivität.....	- 29 -
4 Immunsystem und Übergewicht	- 31 -
4.1 Übergewicht.....	- 31 -
4.1.1 Übergewicht bei Kinder und Jugendlichen.....	- 32 -
4.1 TNF-alpha, IL-6, CRP und Übergewicht.....	- 34 -
5 Empirische Studie	- 35 -
5.1 Fragestellung	- 35 -
5.2 Forschungshypothesen.....	- 35 -
5.3 Studiendesign	- 35 -
5.3.1 Studiendesign	- 35 -
5.3.2 Die Partnerschule.....	- 36 -
5.3.3 Die Studienteilnehmer/innen	- 37 -
5.3.4 Sportmotorische und sportmedizinische Testbatterien	- 38 -
5.3.5 Messwerte.....	- 39 -
5.3.6 Messung der Blutwerte.....	- 39 -

5.4	Statistische Auswertung.....	- 46 -
6	Ergebnisdarstellung	- 48 -
6.1	Studienbeteiligung	- 48 -
6.1.1	Alter und Geschlecht	- 48 -
6.1.2	Der Schultyp	- 52 -
6.2	Auswertung der anthropometrische Daten	- 53 -
6.2.1	BMI und Alter	- 54 -
6.2.2	BMI und Schultyp	- 54 -
6.3	Auswertung der körperlichen Aktivität	- 55 -
6.4	Auswertung der körperlichen Fitness	- 61 -
6.5	Auswertung der Inflammationsparameter.....	- 68 -
6.5.1	Korrelationen der Inflammationsmarker untereinander	- 68 -
6.5.2	Inflammationsparameter und Alter.....	- 69 -
6.5.3	Inflammationsparameter und Geschlecht	- 71 -
6.5.4	Inflammationsparameter und Schultyp	- 75 -
6.5.5	Inflammationsparameter und BMI.....	- 78 -
6.5.6	Inflammationsparameter und körperliche Aktivität	- 83 -
6.5.7	Inflammationsparameter und körperliche Fitness	- 85 -
7	Diskussion.....	- 88 -
8	Zusammenfassung.....	- 95 -
9	Literaturverzeichnis	- 96 -
10	Abbildungsverzeichnis.....	- 103 -
11	Tabellenverzeichnis	- 105 -
12	Anhang.....	- 106 -

1 Einleitung

Erkrankungen des Herzkreislaufsystems führen in der heutigen Zeit mit 50% die Mortalitätsstatistiken vor allem der westlichen Industrienationen an. (Graf et al, 2003, Thomas & Williams, 2008, Petersen & Pedersen, 2005). Die Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen beginnt schon im Kindes- und Jugendalter, wo die Folgen meist noch nicht ersichtlich sind. Die Symptome machen sich jedoch im späteren Leben bemerkbar. (Thomas & Williams, 2008)

Es ist mittlerweile unumstritten, dass körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf das Körpergewicht sowie auf die Körpermasse hat. Demzufolge ist Bewegung auch als Primärprävention gegen kardiovaskuläre Krankheiten ein wichtiger Bestandteil. (Graf et al., 2003). Abgesehen von genetischen Faktoren sind ein ungesunder Lebensstil wie überkalorische Ernährung und die eben schon erwähnte körperliche Inaktivität, in jedem Lebensalter ein Risikofaktor an kardiovaskuläre Erkrankungen zu leiden. (Järvisalo et al., 2002, Graf et al., 2003).

In den vergangenen Jahren wurde ein immer größeres Augenmerk auf die Rolle der Inflammation bezüglich der Entstehung von Atherosklerose gelegt. Deshalb wurde auch das Interesse auf Inflamationsparameter wie beispielsweise CRP und Interleukin-6 gelegt. (Thomas & Williams, 2008)

In dieser Diplomarbeit wurde der Zusammenhang von den Inflamationsparameter CRP, Interleukin-6 und TNF-alpha und der körperlichen Aktivität bei Kinder und Jugendlichen untersucht. Diese Querschnittsstudie wurde im Rahmen des Projekts „Körperliche Aktivität macht Schule“ durchgeführt.

Die Arbeit gliedert sich in einen Theorieteil (Kapitel 1 bis 4) und einen empirischen Teil (Kapitel 5 bis 8).

In Kapitel 2 wird das menschliche Immunsystem beschrieben. Hier kann man sich in das Grundwissen einlesen, das man für die nachstehenden Kapitel benötigt. In diesem zweiten Kapitel sind als Unterkapitel die Entzündung und die Zytokine erläutert. Bei den Zytokinen werden die für diese Arbeit notwendigen Parameter TNF-alpha sowie das IL-6 näher erklärt. Auch der dritte Inflamationsmarker CRP wird im Kapitel 2.3 beschrieben. Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit den Inflamationsmarkern und der körperlichen Aktivität. Danach werden diese Parameter im Zusammenhang mit Übergewicht näher beschrieben. Ab dem Kapitel 5 beginnt der empirische Teil. Zuerst wird die empirische

Studie mit Fragestellung, Forschungshypothesen und dem Studiendesign erklärt. Im darauffolgenden Kapitel werden die Ergebnisse dieser Studie dargestellt.

Kapitel 7 dient zur Diskussion mit anschließender Zusammenfassung.

2 Das Immunsystem

Unser Immunsystem ist ein sogenanntes Abwehrsystem und hat zur Aufgabe, dass wir Infektionen überstehen. Im Gegensatz zu anderen Systemen in unserem Körper wie beispielsweise das Herzkreislauf- Verdauungs- oder Atmungssystem ist das Immunsystem keine abgrenzbare anatomische Struktur. Das Immunsystem erkennt fremde Moleküle in unserem Körper, welche als Antigene bezeichnet werden. Antigene werden an antigenspezifische Zellen, den T-Lymphocyten oder auch T-Zellen genannt, weitergeleitet. Manche T-Zellen zerstören Antigene sofort, eine andere Form der T-Zellen, die T-Helferzellen, reagieren mit dem Antigen und sondern zellaktivierende Proteine ab. Diese werden als Zytokine bezeichnet. In Zusammenarbeit mit den Zytokinen aktivieren die T-Helferzellen diverse Effektorzellen, die die Zellen von Antigenen zerstören. Die T-Helferzellen arbeiten auch mit anderen antigenspezifischen Zellen zusammen, nämlich den B-Lymphocyten oder auch B-Zellen genannt. Diese produzieren Proteine, die wir als Immunglobuline oder Antikörper kennen. Diese Antikörper sind lösliche Proteine im Serum und neutralisieren oder zerstören das Antigen. Viele Zellen, die an der Immunantwort beteiligt sind, kommen im Blut und in der Lymphflüssigkeit, eine blutähnliche Flüssigkeit ohne rote Blutkörperchen, vor. Dies sind zwei Körperflüssigkeiten, die entweder direkt oder indirekt an jedem großen Organsystem beteiligt sind. Da man Blut leicht abnehmen und untersuchen kann, und es viele Zellen und Moleküle enthält welche auch an der Immunantwort beteiligt sind, ist es eine gängige Methode um Tests des Immunsystems durchzuführen. Veränderungen im Blut sind Hinweise für Veränderungen im Körper und können so Krankheitszustände aufzeigen. (Ferencik M. et al, 2006, Mardigan et al., 2001)

Hier eine Auflistung der Normalwerte der eben erläuterten Zellen im menschlichen Blut:

Tabelle 1: Auflistung der Normalwerte der Zellen im menschlichen Blut.

Zelltyp	Zellen pro Millimeter
Erythrozyten	$4,2-6,2 * 10^9$
Leukozyten	$4,5-11 * 10^6$
Lymphocyten	$1,0-4,8 * 10^6$
Monozyten	bis zu $8,0 * 10^5$
Blutplättchen	$1,5-4,0 * 10^8$

Quelle: Henry, J.B. 1996. Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods, 19. Auflage, W.B. Saunders, Philadelphia. In Mardigan et al., 2001, S. 899

Die wichtigsten Zellen, die man im normalen Blutbild finden kann sind die Erythrozyten, auch rote Blutkörperchen genannt. Sie sind kernlose Zellen und haben zur Aufgabe, den Sauerstoff von der Lunge in das Gewebe zu transportieren.

Zu den Leukozyten, den weißen Blutkörperchen, gehören die Monozyten, Granulozyten und Lymphozyten, welche für die Immunabwehr verantwortlich sind. Monozyten und Granulozyten fressen Krankheitserreger, Schmutz- und Zellteilchen. Wird zur Bekämpfung von Fremdstoffen eine deutlich stärkere Reaktion als normalerweise verlangt, so steigt unsere Körpertemperatur an. Fieber ist die Folge, da so die Produktion von Fresszellen erhöht wird und Krankheitserreger bekämpft werden können. Es kann jedoch auch passieren, dass sie manchmal selbst dabei zugrunde gehen.

Lymphozyten spüren körperfremdes Eiweiß auf und vernichten es. Diese können sich Strukturen von verschiedenen Fremdstoffen merken, und sind so in der Lage, bei wiederholtem Erscheinen schneller angreifen zu können.

Weiters gibt es noch die Blutplättchen, die zur Verhinderung von Blutverlust dienlich sind. Sie sind zellähnliche Bestandteile ohne Kern, die bei einem beschädigten Blutgefäß einen Klumpen bilden. (Madigan et al., 2001)

All diese Blutbestandteile stammen letztlich vom selben Ursprung, nämlich von den Stammzellen des Knochenmarks. Man bezeichnet sie auch manchmal als pluripotent, da alle Blutzelltypen daraus entstehen können. Dies zeigt sich in der folgenden Abbildung.

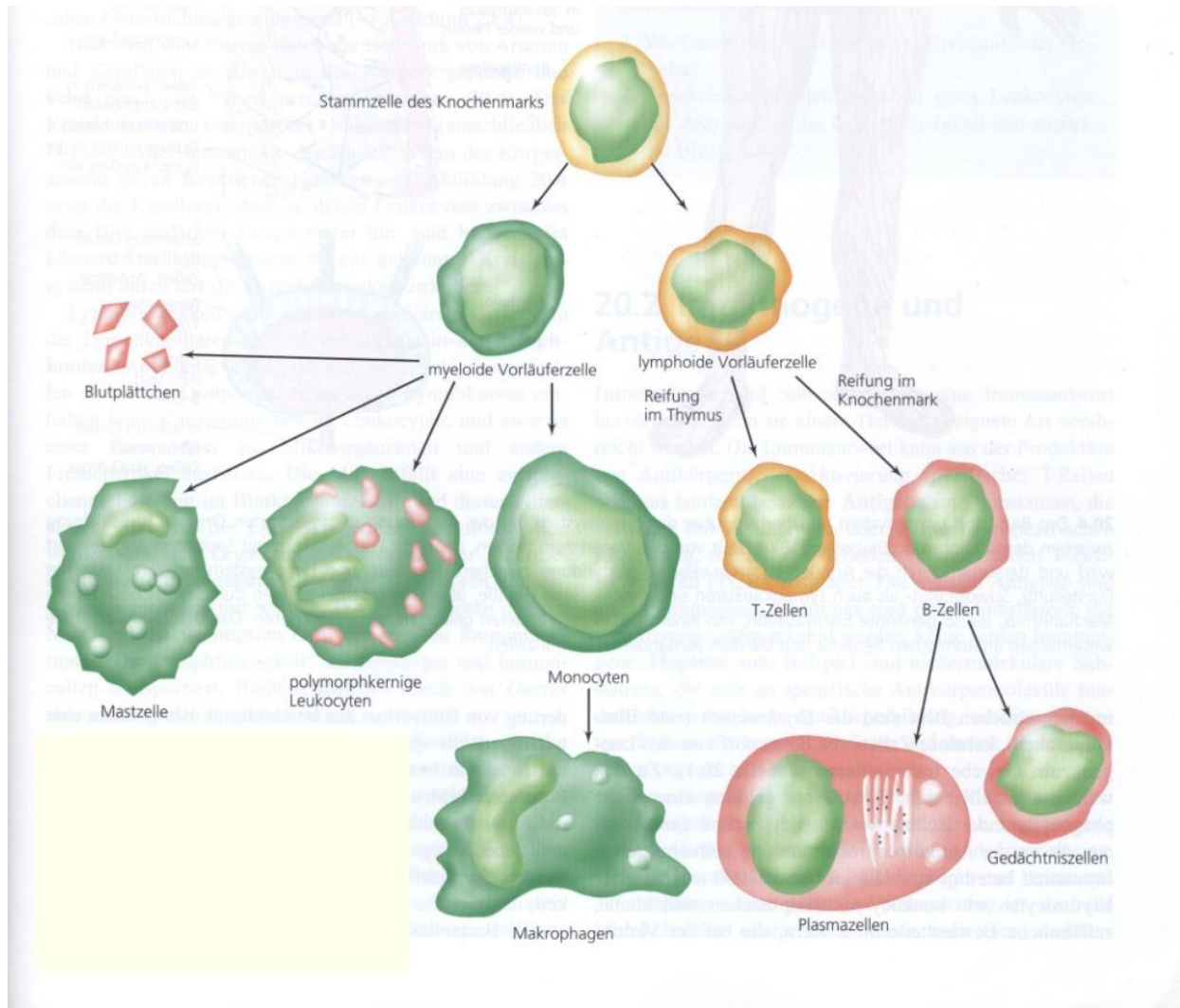


Abbildung 1: Blutbestandteile vom selben Ursprung (Madigan et al., 2001, S. 899)

Zuerst entwickeln sich Stammzellen, die nur eine eingeschränkte Funktion haben.

Aus der lymphoiden Vorläuferzelle bilden sich die Lymphozyten. Zum einen T-Zellen und zum anderen B-Zellen, die oben schon kurz besprochen wurden. Ein besonders Merkmal dieser Lymphozyten ist, dass sie eine spezifische Immunantwort entwickeln können, sodass sie fast gegen jedes fremde Antigen wirken.

Unter myeloide Vorläuferzelle versteht man die Vorstufe der Granulozyten, Makrophagen, dendritischen Zellen und Mastzellen des Immunsystems. Mastzellen sind in der Nähe kleiner Blutgefäße aufzufinden und nach der Aktivierung setzen sie Substanzen frei, die die Gefäßpermeabilität, also die Durchlässigkeit der Blutgefäße, beeinflussen. Vor allem bei allergischen Reaktionen sind diese Mastzellen beteiligt.

Granulozyten, oder auch polymorphkernige Leukozyten genannt, kann man in drei Arten, nämlich in neutrophile Zellen, eosinophilen Zellen und basophilen Zellen unterteilen. Sie

leben alle relativ kurz und entstehen während der Immunantwort. Danach verlassen sie das Blut und wandern zu Bereichen der Infektionen und Entzündungen. (Janeway et al. 2002, Madigan et al, 2001)

Makrophagen sind die gereifte Form der Monozyten. Sie spielen bei der angeborenen Immunität eine wesentliche Rolle. NK-Zellen, Dendritische Zellen, Neutrophile Granulozyten, eosinophile Granulozyten, basophile Granulozyten und Mastzellen gehören ebenso dem angeborenen Immunsystem an.

Diese Immunantwort dient vor allem zur Abwehr von Krankheitserregern. Die angeborene Immunantwort soll die Entstehung eines Infektionsherdes verhindern bzw. eine Eindämmung vornehmen. Es kann passieren, dass es der angeborenen Immunantwort nicht gelingt den Erreger zu vernichten. Sie kann auch die Basis für die Auslösung einer erworbenen Immunantwort sein.

Im Gegensatz zur eben erwähnten angeborenen Immunität, wo Makrophagen verschiedene Krankheitserreger angreifen können, ohne sie vorher schon kennengelernt zu haben, wird bei der adaptiven oder erworbenen Immunantwort eine spezifische Immunantwort ausgelöst, wie die Produktion von Antikörper gegen einen bestimmten Krankheitserreger. Bei dieser Form entwickelt der Mensch während seines Lebens eine Immunität, die eine neue Infektion mit demselben Erreger verhindert. B-Lymphozyten und T-Lymphozyten tragen individuelle Antigenrezeptoren und sind die Zellen des adaptiven Immunsystems.

Eine gute Immunantwort basiert auf Zusammenarbeit zwischen erworbener und angeborener Immunantwort. (Madigan et al, 2001, Martin & Resch, 2009, Vollmar & Dingermann, 2005)

Gelangen bakterielle Bestandteile in den Körper werden als Reaktion Zytokine und Chemokine von den Makrophagen freigesetzt. Diese lösen einen Vorgang aus, den man Entzündung nennt.

2.1. Inflammation

„Entzündung (Inflammation) ist die allgemeine Bezeichnung für eine lokale Ansammlung von Flüssigkeit, Plasmaproteinen und weißen Blutzellen, die durch Verletzungen, Infektionen oder eine lokale Immunreaktion verursacht wird.“ (Janeway, et al, 2002, S. 739)

Die Entzündung ist eine der ältesten Abwehrmechanismen gegen eindringende Mikroorganismen, die man schon bei den primitivsten Lebewesen vorfinden kann. Wenn die Zellen des Immunsystems und ihre Produktion an den Ort einer Infektion wandern, so ist das ein Zeichen einer Entzündung. Man kann sagen, dass die Entzündung eine Antwort des Organismus auf eine Schädigung der Zellen und Gewebe ist. (Ferencik, 2006, Gabay, 2006).

Bei einer Entzündung reagieren viele dem Immunsystem zugehörigen Zellen, Systeme des Blutplasmas und diverse regulatorische Moleküle, die den Verlauf der Entzündungsreaktion unterstützen oder hemmen. Durch das Austreten von Flüssigkeit und dem verstärkten Blutfluss, welcher durch die Erweiterung sowie die erhöhte Durchlässigkeit der Blutgefäße entsteht, kommt es zur Erwärmung, Rötung und Schwellung. Diese drei Merkmale im lateinischen als Calor (Temperaturerhöhung), Rubor (Rötung), Tumor (Schwellung) bezeichnet, zählen wie Dolor (Schmerz) und Functio laesa (Funktionsstörung) zu den Symptomen einer Entzündung. (Janeway, et al, 2002, Ferencik, 2006)

Entzündungen können durch.

- *mechanischen Faktoren* wie Abschürfungen und Schnittwunden,
- *physikalische Faktoren* wie Verbrennungen,
- *chemische Stoffe* wie Gifte oder ätzende Säuren,
- *Nährstoffprobleme* wie Sauerstoffmangel, Proteinmangel oder Vitaminmangel oder durch
- *biologische Faktoren* wie Bakterien, Schimmelpilze oder Viren ausgelöst werden.

(Ferencik, 2006)

Vor allem Bakterien, Viren, aber auch Pilze können sich mit hoher Geschwindigkeit im ganzen Körper ausbreiten und sich ebenso schnell vermehren. Dies ist eine schwere Aufgabe für das Immunsystem, denn verschiedene Begleiterscheinungen die eine Entzündung mit sich bringt, treten nicht mehr lokal auf sondern können den ganzen Körper schädigen. Ist dies der Fall, kommt es zu Situationen die lebensbedrohlich für den Menschen sind wie beispielsweise ein septischer Schock. Um dies zu verhindern brauchen wir unsere angeborene Immunreaktion, das sofort mit einer akuten Entzündung antwortet. Das Ziel dieser Form der Immunreaktion ist, die Infektion lokal einzudämmen um eine Ausbreitung zu verhindern oder so lange hinauszuzögern bis das adaptive

Immunsystem zu Hilfe kommt. (Martin & Resch, 2009). Wird die Infektion oder eine andere Schädigung beseitigt, ohne unerwünschte Gewebsschädigung hervorzurufen, so spricht man von der abwehrenden Entzündung. Gelingt es nicht, die Schädlinge zu deaktivieren oder zu entfernen, so teilt man dies in die Kategorie der schädigenden Entzündung ein, die meist chronisch verläuft. (Ferencík, 2006)

Man unterscheidet also zwischen einer akuten Entzündung und einer chronischen Entzündung.

„Unter einer akuten Entzündung versteht man früh einsetzende und häufig vorübergehende Reaktionen, während man von einer chronischen Entzündung spricht, wenn die Infektion persistiert oder eine -> Autoimmunreaktion vorliegt.“ (Janeway et al, 2002, S. 739)

Das bedeutet, dass die akute Entzündung begrenzt ist, während die chronische Entzündung zu Gewebsschäden führen kann. (Gabay, 2006)

Zellen der angeborenen Immunität setzen Zytokine frei, die auch umliegende Gewebszellen in die akute Entzündung mit einbeziehen. Diese Zytokine wollen wir uns im nächsten Kapitel näher ansehen.

2.2 Zytokine

Zytokine oder auch Cytokine geschrieben sind Moleküle, die in die Signalübermittlung zwischen Zellen im Verlauf von Immunantworten mit einbezogen werden. Zytokine sind Proteine oder Peptide, die Zellfunktionen regulieren. Die Unterscheidung zwischen Protein und Peptid ist allein durch ihre Masse gegeben. Man kann sagen, dass ein Peptid ein kleines Protein ist. Viele Zytokine sind Glykopeptide, das heißt, sie sind gebundene Zuckermoleküle. Sie bestehen meist nur aus einer Kette und weisen eine relativ niedrige Molekularmasse auf. (Roitt et al, 1995). Heute sind über 100 Zytokine bekannt und auch molekular kloniert. (Martin & Resch,2009).

Die Aufgabe von Zytokinen ist, alle wichtigen biologischen Vorgänge wie Zellwachstum, Zellaktivierung, Entzündung, Gewebsreparation, Immunität, Fibrose und Morphogenese zu regulieren. Für die angeborene Immunantwort erfolgt die Freisetzung von Zytokinen durch Makrophagen und hat eine bedeutende Rolle in den Anfangsstadien einer Infektion. (Roitt et al, 1995, Madigan et al. 2001, Vollmar & Dingermann, 2005). Zytokine welche in der erworbenen Immunantwort wichtig sind, werden besonders von T-Lymphozyten hergestellt. (Vollmar & Dingermann, 2005)

Einteilung in Kategorien:

Es gibt verschiedene Kategorien von Zytokinen. (Roitt et al., 1995). Sie werden entweder nach ihrer Funktion oder manchmal auch nach der von ihnen freigesetzten oder auf sie einwirkenden Zellart eingeteilt.

Grundsätzlich kann man sagen, dass sich Zytokine in fünf Hauptgruppen unterteilen lassen. Zum einen gibt es die Gruppe der Interferone (IFN), Interleukine (IL), kolonie-stimulierende Faktoren (CSF), Tumornekrosefaktoren (TNF) und Chemokine. Letzteres sind chemotaktisch aktivierte Zytokine, die in den allerersten Phasen einer Infektion in dem betroffenen Gewebe freigesetzt werden. (Janeway et al., 2002)

In der folgenden Abbildung werden die wichtigsten Zytokine dargestellt.

Zytokine	Ursprungszellen des Immunsystems	andere Zellen	Hauptziele	Hauptwirkungen
IL-1 α IL-1 β	Makrophagen, LGL, B-Zellen	Endothel, Fibroblasten, Astrozyten usw.	T-Zellen, B-Zellen, Makrophagen, Endothel, Gewebezellen	Lymphozytenaktivierung, Makrophagenstimulation, \uparrow Adhäsion von Leukozyten an Endothel, Pyrexie, Akute-Phase-Proteine
IL-2	T-Zellen		T-Zellen	T-Zell-Proliferation und -Differenzierung, Aktivierung von zytotoxischen Lymphozyten und von Makrophagen
IL-3	T-Zellen		Stammzellen	Multi-Kolonie-stimulierender Faktor
IL-4	T-Zellen		B-Zellen, T-Zellen	B-Zell-Wachstumsfaktor, Isotypselektion, IgE, IgG1
IL-5	T-Zellen		B-Zellen	B-Zell-Wachstum/Differenzierung, IgA-Selektion
IL-6	T-Zellen, B-Zellen, Makrophagen	Fibroblasten	B-Zellen, Zepatozyten	B-Zell-Differenzierung, Akute-Phase-Antwort
IL-7		Knochenmark, Stromazellen	Prä-B-Zellen, T-Zellen	B- und T-Zell-Proliferation
IL-8	Monozyten		Neutrophile, Basophile	Chemotaxis
IL-10	T-Zellen		T _H 1-Zellen	Inhibierung der Zytokinsynthese
TNF α	Makrophagen, Lymphozyten, Mastzellen		Makrophagen, Granulozyten, Gewebezellen	Aktivierung von Makrophagen, Granulozyten und zytotoxischen Zellen; \uparrow Adhäsion von Leukozyten an Endothel, Kachexie, Pyrexie, Induktion der Stimulation der Akute-Phase-Antwort, Stimulation der Angiogenese, Erhöhung der Produktion von MHC-Klasse-I-Molekülen
TNF β (LT)	T-Zellen			
IFN α	Leukozyten	Epithelien, Fibroblasten	Gewebezellen	MHC-Klasse-I-Induktion, antiviraler Effekt, Stimulation von NK-Zellen
IFN β				
IFN γ	T-Zellen, NK-Zellen	Epithelien, Fibroblasten	Leukozyten und Gewebezellen	MHC-Induktion, Makrophagenaktivierung, \uparrow Adhäsion von Lymphozyten an Endothelzellen
M-CSF	Monozyten	Endothel, Fibroblasten		Proliferation von Makrophagenvorgängern
G-CSF	Makrophagen	Fibroblasten	Stammzellen	Stimulation der Teilung und Differenzierung
GM-CSF	T-Zellen, Makrophagen	Endothel, Fibroblasten		Proliferation von Granulozyten- und Makrophagenvorgängern und -aktivatoren
MIF	T-Zellen		Makrophagen	Hemmung der Migration

Abbildung 2: Auflistung der wichtigsten Zytokine (Roitt et al, 1995, S. 118)

Für jedes Zytokin lassen sich in Abbildung 2 die Ursprungszellen, Hauptziele und Hauptwirkungen gut ablesen.

Vor allem IL-6 und TNF- α wird etwas später genauer erklärt.

Auch auf funktioneller Basis kann man Zytokine unterteilen. Es gibt Zytokine, die nicht nur einer Funktion zugehörig sind, wie beispielsweise die Aktivierungsfaktoren Interleukin-1 und Interleukin-6 die Mediatoren in der Entzündung sind. Sie haben ebenfalls einen

Einfluss auf die Hämatopoese (auch als Blutbildung bezeichnet), womit sie auch zu den Differenzierungsfaktoren eingegliedert werden können. Oft haben verschiedene Zytokine eine überlappende Wirkung und können sich somit teilweise ersetzen. Es entfalten jedoch alle ihre biologische Wirkung, in dem sie sich an ihren spezifischen Rezeptor binden.

Weiters kann man Zytokine je nachdem, ob sie die Entzündung hemmen oder unterstützen in zwei Gruppen einteilen. Einerseits gibt es die antiinflammatorische Gruppe und andererseits die proinflammatorischen Zytokine. (Ferencík, 2006)

Bei den proinflammatorischen (entzündungserregende) Zytokinen gibt es wiederum Unterteilungen. Die *Alarmzytokine* wie Tumor-Nekrose-Faktor (TNF) und Interleukin-1, lösen die akute Entzündung aus. Fieber wird von IL-1, TNF, IL-6 und MIP-1 ausgelöst. Diese werden als *endogene Pyrogene* bezeichnet. Außerdem gibt es noch *andere Zytokine*, die den Verlauf der Entzündungsreaktion unterstützen. Zu diesen gehören IL-11, IL-15, IL-18, IL-20, Interferone wie IFN- α , IFN- β , IFN- γ sowie Chemokine.

Zu der Gruppe der antiinflammatorischen, also der entzündungshemmenden Zytokine zählen IL-4, IL-10, IL-13 und IL-19. (Ferencík, 2006)

Liegt eine akute Infektion vor, so werden die Zytokine, vor allem TNF- α , IL-1 β , IL-6, IL-1 und IL-10 ansteigen. (Mathur & Pedersen, 2008, Pedersen, 2006). Durch die Blutwerte von IL-6, TNF- α und CRP kann beispielsweise das Herzinfarkttrisiko aufgezeigt werden. (Marthur & Pedersen, 2008; Wilund, 2007).

Für diese Arbeit wollen wir das Augenmerk auf TNF- α legen sowie auf die Interleukine, vor allem auf das Interleukin 6.

2.2.1 TNF- α

Tumornekrosefaktor oder kurz TNF, ist ein multifunktionales Zytokin. Untersuchungen haben ergeben, dass TNF einer der berühmtesten Entzündungsmediatoren ist und eine große Rolle bei der Entstehung von entzündlichen Reaktionen des angeborenen Immunsystems spielt. (Janeway et al., 2002) Bekannt wurde TNF als Vermittler, der in Ratten die Nekrose eines chemisch induzierten Tumors auslöste. Erst später wurde klar, dass es als zentraler Mediator von Immun- und Entzündungsreaktionen fungiert und sich hier mit der Wirkung von IL-1 überschneidet. (Martin & Resch, 2009)

Wie man in der Abbildung 2 erkennen kann, gibt es zwei Bezeichnungen des Tumornekrosefaktor. Zum einen das TNF- α , welches früher als Cachectin bezeichnet wurde. Dieser Typ des TNF ist gebräuchlicher und wird in dieser Arbeit näher besprochen. Zum anderen existiert das TNF- β . Dies wird auch Lymphotoxin (LT) bezeichnet und ist ein Zytokin, das auf eigene Zellen unmittelbar toxisch wirkt. (Janeway et al., 2002, Vollmar & Dinger mann, 2005)

Das TNF- α wird von Makrophagen bzw. Monozyten und T-Leukozyten (kurz T-Zellen) erzeugt. (Janeway et al, 2005). Außerdem spielt das Fettgewebe bei der Produktion von TNF- α eine große Rolle. (Puglisi & Fernadndez 2008). Wie in der Abbildung 2 beschrieben, sind die Hauptwirkungen von TNF die Aktivierung von Makrophagen, Granulozyten und zytotoxischen Zellen (T-Zellen, die in der Lage sind, andere Zellen abzutöten.) Weitere Wirkungen sind Kachexie, eine krankhafte und sehr starke Abmagerung, Pyrexie (Fieber), die Stimulation der Akute-Phase-Antwort sowie der Stimulation des Wachstums kleiner Blutgefäße (Angiogenese). (Roitt et al, 1995). Für Blutvergiftung, Kräfteverfall und Autoimmunerkrankungen wie Schuppenflechten oder Entzündungen im Darm ist diese Gruppe von Zytokinen ebenfalls verantwortlich. Weiters kann TNF Blutdruckabfall und Schock auslösen. Es besteht auch die Gefahr von Gewebsbeschädigung, wenn die TNF-Aktivität nicht sorgfältig kontrolliert wird. (Hehlgans, 2005)

TNF steht in der Entzündungshierarchie ganz oben, da es eine Vielzahl von biochemischen Prozessen auslösen kann. Typische, durch TNF ausgelöste Aktivitäten sind beispielsweise die Induktion proinflammatorischer Zytokine wie IL-1 und IL-6, eine Steigerung der Leukozytenmigration, die Aktivierung neutrophiler und eosinophiler Leukozyten und die Induktion der so genannten Akut-Phase-Proteine und andere Proteine der Leber. Laut Vollmar & Dinger mann fördert TNF- α den Nachwuchs von aktivierten B- und T-Zellen, begünstigt die Entwicklung von zytotoxischen T-Zellen und Antikörper-sezernierenden B-Lymphozyten. Weiters aktivieren sie Monozyten und Makrophagen und verstärken die Phagozytoseaktivität (Aufnahme von Nahrungspartikel), die Sauerstoffradikalbildung und die Degranulation von Granulozyten. Außerdem induziert TNF- α eine verstärkte Produktion von Zytokinen. Damit sich die Wirkung von TNF- α voll entfalten kann, ist ein intaktes Immunsystem besonders wichtig. (Vollmar & Dinger mann, 2005)

2.2.2 Interleukine

Seit dem Jahre 1981 gibt es den Ausdruck Interleukine, die mit der Abkürzung IL bezeichnet werden. Die Bezeichnung von Interleukinen geht von IL-1 bis IL-11. (Roitt et al, 1995, Ferencík, 2006). Das Wort „Interleukin“ wurde gewählt, damit eine einheitliche Namensbezeichnung vorhanden ist. Die Bezeichnung lässt vermuten, dass es sich nur um Signale zwischen weißen Blutkörperchen handelt. Viele Interleukine besitzen diese Funktion, jedoch haben die meisten ebenfalls Funktionen, die Leukozyten nicht betreffen. Da Zytokine multifunktionell sind, ist es sehr schwierig, eine Nomenklatur zu vergeben. Oft wurden Zytokine unabhängig voneinander in unterschiedlichen Laboren entdeckt. Beispielsweise wurden Begriffe wie hepatozytenstimulierender Faktor, B-Zell-stimmulierender Faktor, Hybridoma-Plasmazytoma-Wachstumsfaktor, Monozyten-Granulozyten-Wachstumsfaktor und β_2 -Interferon verwendet, die alle ein und dasselbe beschrieben, nämlich das Interleukin-6. (Roitt et al., 1995). Obwohl die Bezeichnung IL (und dahinter eine Zahl), weiterhin verwendet werden hofft man, dass es bald eine Nomenklatur gibt, die auf der Struktur der Zytokine basiert. (Janeway et al., 2002)

Für diese Arbeit wird nun näher auf das Interleukin-6 eingegangen.

Das Interleukin 6

Das Interleukin wurde wie oben schon besprochen mit vielen Namen, beispielsweise als hepatozytenstimulierender Faktor oder als B-Zell-differenzierender Faktor bezeichnet. Das Interleukin hat eine molekulare Masse von 21-28 kD. kD ist die Bezeichnung für Kilodalton. Ein Dalton entspricht $1,6601 \cdot 10^{-27}$ kg. (Ishizaka et al., 1992). Produziert wird diese Art von Interleukin von Zellen wie T-Zellen, Makrophagen, B-Zellen, Fibroblasten und Endothelzellen. (Roitt et al., 1995). IL-6 ist der Hauptmediator der Akute-Phase-Reaktion bei Entzündungen und Traumen. (Gresser, 2001) Das Interleukin-6 ist ein bedeutender Wachstumsfaktor für eine Krebserkrankung des Knochenmarks, das heißt eine bösartige Veränderung von Plasmazellen. (Roitt et al., 1995). In der frühen Hämatopoese, also der Bildung der Zellen des Blutes, wirkt das IL-6 ebenso wie für die B-Lymphozyten als Wachstumsfaktor. Diese B-Lymphozyten werden durch ihr spezifisches Antigen aktiviert. Das IL-6 kann auch die Reifung von Makrophagen oder Blutplättchen fördern. (Martin&Resch, 2005)

Das Interleukin -6 ist dem TNF- α untergeordnet, was die Entzündungsreihenfolge betrifft. Wie man in Abb. 2 an den Hauptwirkungen erkennen kann, ist das IL-6 ein Auslöser der Akut-Phase-Antwort sowie für die B-Zell-Differenzierung verantwortlich.

Die Zytokine TNF- α , IL-6 sowie das IL-1 haben eine große Anzahl von Wirkungen die dazu beitragen, die Reaktionen des Körpers zu koordinieren, wenn eine Infektion auftritt. (Janeway et al., 2002).

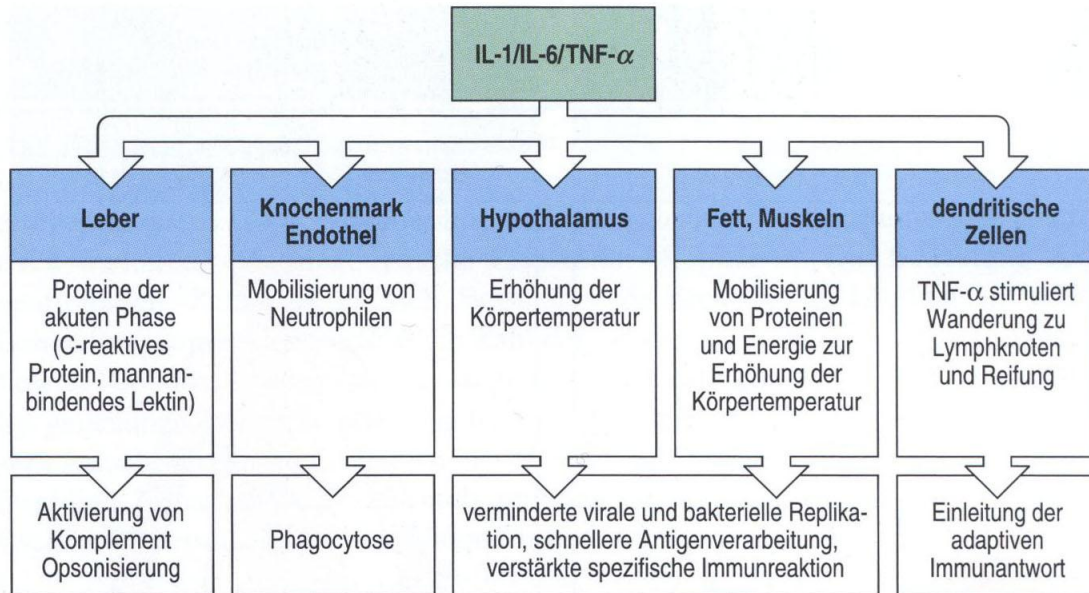


Abbildung 3: Biologische Wirkungen der Zytokine TNF-alpha, IL-1 und IL-6 (Janeway et al., 2002, S. 84)

Wie man in der Abbildung 3 erkennen kann, wird durch den Hypothalamus sowie über Fett und Muskeln die Körpertemperatur erhöht umso Viren und Bakterien abzutöten. Dadurch wird die Vermehrung verlangsamt und die adaptive Immunantwort kann somit besser arbeiten. In der Leber werden Proteine wie das CRP (C-reaktives Protein) der akuten Phase stimuliert. Diese CRP-Produktion wird hauptsächlich durch das IL-6 angeregt. (Janeway et al., 2002)

Akute-Phase-Reaktion

Die Akute-Phase-Reaktion ist eine akute Entzündungsreaktion des Körpers. Sie wird durch Gewebsschädigung hervorgerufen und dient dem Schutz vor Gewebszerstörungen. (Gabriel et al., 2000)

Aufgrund der Wirkung von IL-6, TNF- α sowie IL-1 auf die Leberzellen, die auch Hepatocyten genannt werden, werden die abgegebenen Proteine die von der Leber in das Blutplasma gelangen, verändert. Die Proteine blockieren oder zerstören die Infektionserreger um Gewebsschäden zu verhindern und aktivieren einen sogenannten

Reperaturmechanismus, der für die Wiederherstellung der Normalfunktionen und Wundheilungen benötigt wird. Weiters sind diese Proteine wichtig um den Organismus zu schützen. (Gabriel et al., 2000, Don Santos et al., 2008)

Die Akute-Phase-Reaktion kann durch ein Trauma, Verletzungen, Infektionen und akute körperliche Belastung eingeleitet werden. (Gabriel et al., 2000)

Die Konzentration von Akute-Phase-Proteine steigt nach einer Infektion stark an und ist eine normale Reaktion auf Gewebsschäden. Ebenfalls ist sie bei der angeborenen Infektionsimmunität von Bedeutung. Bei dieser Reaktion werden Moleküle gebildet, die sich zwar an Krankheitserreger, nicht jedoch an körpereigene Zellen binden. Zu den Akute-Phase Reaktionen zählen das Serumamyloidprotein (SAP), Fibrinogen, C-reaktive Protein (CRP), und das mannanbindende Lektin (MBL). Wir wollen uns vor allem das CRP genauer anschauen. (Janeway et al., 2002, Roitt et al, 1995)

2.3 CRP

Das C-reaktive Protein, oder kurz CRP wurde 1930 entdeckt. (Clyne .& Olshaker, 1999.) Es gehört wie oben schon erwähnt zu den Proteinen der Akute-Phase und wird in der Leber gebildet. Dieses Serumprotein bindet sich an bestimmte molekulare Gruppen, insbesondere an Pneumokokken. Dies sind Bakterien, die schwere Infektionen verursachen. (Janeway et al., 2002, Roitt et al., 1995) Es ist bewiesen, dass CRP als Inflammationsmarker bei einer Entzündung sowie bei einer akuten Infektion eine wesentliche Rolle spielt. Dieser Parameter hat zur Aufgabe, die Entstehung von Gewebszellen anzuregen und sie danach zu aktivieren. (Puglisi et al.2008)

CRP wird vor allem für die Erkennung von Kardiovaskulären Erkrankungen genutzt, da sich das dafür notwendige Plasma leicht bestimmen lässt und sich eine hohe Korrelation zwischen den beiden Parametern nachweisen lässt. Dieser CRP-Wert ist aussagekräftiger als der LDL-Cholesterinwert in Hinblick auf das Risiko an kardiovaskulären Erkrankungen zu erkranken. (Thomas et al, 2008)

Blutwerte, die ein hohes C-reaktives Protein aufweisen, sind jedoch auch mit anderen Krankheitsbildern wie beispielsweise erhöhtem Blutdruck, Diabetes mellitus, Adipositas, aber auch mit Rauchen und einem ungesunden Lebensstil verbunden. Ein Großteil dieser Risikofaktoren wird durch den Lebensstil beeinflusst. Durch eine Ernährungsumstellung und körperliche Aktivität kann man hier einen positiven Effekt erreichen. (Dos Santos et al., 2008). Wie sich körperliche Aktivität auf den CRP Wert auswirkt, werden wir in dieser Arbeit noch genauer erfahren. Ein niedrigerer CRP-Wert im Blutbild ist meist nach einer

Diät, also nach einem Gewichtsverlust, vorzufinden und steht in Verbindung mit einem erhöhten Wert von Adiponectin. Dies ist ein Peptidhormon, das die Wirkung des Insulins an die Fettzellen verstärkt. (Ouchi N. et al., 2003)

Normalwerte von der CRP-Konzentration im Blut sind noch nicht hundertprozentig definiert. Man kann aber sagen, dass unter 1,0 mg/l ein niedriges Risiko, zwischen 1,0-3,0 mg/l ein mittleres Risiko und bei Blutwerte über 3,0 mg/l ein hohes Risiko vorliegt, diverse Erkrankungen wie beispielsweise Herzerkrankungen zu bekommen. Diese Werte gelten für erwachsene Personen, nicht jedoch für Kinder. Es gibt bis jetzt noch keine Klassifizierung der Blutwerte speziell für Kinder. (Thomas et al, 2008)

2.4 „Low-grade-inflammation“

Die „low-grade-inflammation“ ist durch systematisch erhöhte Zytokin- und CRP Werte charakterisiert. Eine Verbindung zwischen low-grade-inflammation und atherosclerosis und type 2 diabetes wurde betätigt. (Petersen & Pedersen, 2005)

Chronische „low-grade-inflammation“ ist laut Wilund durch einen 2-3 fachen systematischen Anstieg in den Konzentrationen von proinflammatorischen und antiinflammatorischen Zytokinen und CRP gekennzeichnet. (Wilund, 2007)

Eine regelmäßige körperliche Aktivität kann Hilfreich sein bei der Behandlung von einer Reihe von chronischen Erkrankungen, welche in Verbindung mit der „low-grade-inflammation“ stehen. Der positive Effekt der körperlichen Aktivität auf Herz-Kreislaufkrankheiten, Typ 2 Diabetes, Darmkrebs und Brustkrebs wurde weitreichend geprüft. (Mathur & Pedersen, 2008, Thomas & Williams, 2008)

Warum die Zytokinreaktion so angeregt wird, lässt sich nur vermuten. Es wird angenommen, dass das TNF vor allem im Fettgewebe vorkommt. (Mathur & Pedersen, 2008)

In einer Querschnittsstudie von Steene-Johannessen mit 2.299 norwegischen Kindern im Alter von 9-15 Jahren wurde herausgefunden, dass „low-grade-systemic inflammation“ auch schon bei Kindern und Jugendlichen, welche einen großen Bauchumfang haben, vorzufinden ist. (Steene-Johannessen, 2010).

Deshalb sollte auch schon bei den Kindern auf genügend Bewegung und auf einen gesunden Lebensstil geachtet werden.

3 Immunsystem und körperliche Aktivität

Zu Beginn gilt es zu klären, was wir unter körperlicher Aktivität verstehen.

Laut Samitz und Baron's übersetzte Definition von Casperson et al. versteht man folgendes darunter:

„Körperliche Aktivität ist jegliche durch die Skelettmuskulatur hervorgebrachte Bewegung, die zu einem substanzialen Anstieg des Energieverbrauchs über den Ruhewert hinaus führt.“ (in Samitz & Mensink, 2002 S. 11)

Diese Definition umfasst auch Tätigkeiten im Beruf, im Haushalt und des täglichen Lebens sowie körperliche Freizeitbetätigung und Training bzw. Sport im engeren Sinne.

Die American Heart Association, die WHO und die Internationale Sportärzte-Vereinigung (FIMS) haben seit den 90er-Jahren Bewegungsmangel als Risikofaktor anerkannt. Neben einer Therapie mit Medikamenten wird auch Bewegung gleichwertig als Behandlungskonzept gegen diverse Krankheiten wie Herz- und Lungenkrankheiten, Bluthochdruck, Diabetes mellitus, Osteoporose oder auch bei Depressionen zusätzlich verordnet. (Löllgen, 2002, Samitz & Mensink, 2002). Ein Lebensstil mit Beteiligung von Bewegung verringert mit hoher Wahrscheinlichkeit das Sterberisiko und erhöht somit die Lebenserwartung. (Samitz & Mensink, 2002 S. 12)

Wird körperliche Aktivität regelmäßig durchgeführt, kommt es außerdem zu Anpassungserscheinungen im menschlichen Körper. Zum einen erfolgen Änderungen und Anpassungen in der Muskulatur, sowie Anpassungen des Herz-Kreislaufsystems. Laut der American Heart Association und der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention werden auch andere Risikofaktoren durch Bewegung positiv beeinflusst wie beispielsweise des Cholesterins. Hier kommt es zur Abnahme des LDL-Cholesterin und zur Steigerung des HDL-Cholesterin. Für Gewichtsabnahme und zur Senkung der Insulinresistenz ist körperliche Aktivität ebenfalls empfehlenswert. Zusätzlich wird auch noch der Zuckerstoffwechsel günstig beeinflusst. Der Stütz- und Bewegungsapparat wird durch Bewegung gestärkt und Tumore in der Brust, Dickdarm und der Prostata haben einen gesicherten präventiven Effekt. Positive Wirkungen durch körperliche Aktivität werden auch bei depressiven Erkrankungen genannt. Die soziale Wirkung, die man durch Sport in Gruppen erfährt ist nicht zu unterschätzen. Laut Löllgen wurden auch positive immunologische Veränderungen im Zusammenhang mit regelmäßiger körperlicher Aktivität entdeckt. (Löllgen, 2002) Auch Uhlenbrück gibt an, durch regelmäßige Bewegung

das Risiko einer Autoimmunkrankheit reduzieren zu können. (Uhlenbrück in Samitz & Mensink, 2002, S. 190).

Seit Mitte der 70er Jahre hat die immunologische Forschung in Hinblick auf Bewegung einen beachtlichen Wandel und Aufschwung erlebt. Dies wurde aufgrund von neuen Untersuchungsverfahren von Sportmedizin und Immunologie möglich. (Baum & Liesen 1997, Nieman, 2000).

Körperliche Aktivität beeinflusst diverse Regulationssysteme des Körpers, die einen direkten oder indirekten Einfluss auf das Immunsystem haben. (Baum & Liesen, 1997). Bevor man sich mögliche Veränderungen des Immunsystems durch körperliche Belastung ansieht, muss eine Unterteilung in akute Sportbelastungen, wie beispielsweise Hochleistungssportler, und Sportler bei normaler Trainingsintensität stattfinden.

Bei Spitzensportler wurde beobachtet, dass sie in Wettkampfsituationen eine höhere Infektionsgefahr aufweisen. Vermehrt betrifft es die Atemwege. (Nieman, 1997). Vor allem wenn die Athleten ihre individuelle Trainingsschwelle bezüglich Intensität überschreiten, treten mehrere Erkrankungen auf. Das Risiko an Atemwegsinfektionen zu erkranken ist bei erhöhter Trainingsintensität sowie 1-2 Wochen nach Ausdauerwettkämpfen erhöht. (Nieman, 2000). Es wurde auch gezeigt, dass während und nach akuter körperlicher Belastung deutliche Veränderungen der Blutzellen im Blutbild, also im peripheren Blutbild, zu sehen sind. Diese Veränderungen sind bei akuten Belastungen den akuten und entzündlichen Reaktionen des Immunsystems ähnlich. (Mooren, 2003) Vor allem während und nach intensiven Belastungen können starke Veränderungen der Leukozytenzahlen beobachtet werden. (Baum & Liesen, 1997). Eine deutliche Korrelation zwischen den Veränderungen und der Intensität der Belastung ist vorzufinden. Laut Mooren (2003) sind nach einer erschöpfenden Belastung, bei 80 Prozent der maximalen Sauerstoffaufnahme, durchschnittliche Leukozytenwerte von $8,3 \pm 0,5$ Tsd./ μl gefunden worden. Bei gleichbleibender Belastungsdauer und einer Intensität von 60 Prozent der maximalen Sauerstoffaufnahme liegen die durchschnittlichen Leukozytenwerte bei $6,1 \pm 0,5$ Tsd./ μl . Bei dieser Untersuchung hatten beide getesteten Gruppen vergleichbare Ausgangswerte. Weiters wurden nach einem Marathonlauf Leukozytenwerte von $15,1 \pm 0,6$ Tsd./ μl gefunden. Veranschaulicht ist dies in der Abbildung 4 zu sehen.

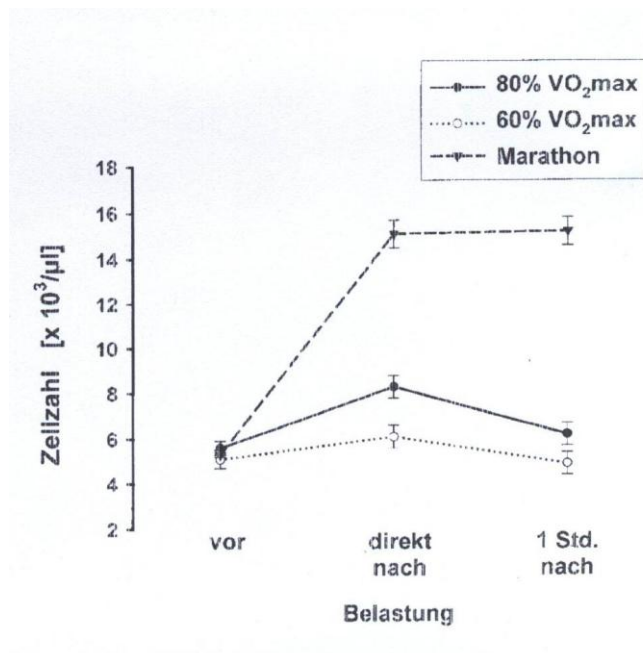


Abbildung 4: Verlauf der Leukozytenzahl vor und nach Belastungen bei unterschiedlicher Intensität (Mooren, 2003).

Die verschiedenen Arten der Leukozyten verhalten sich jedoch unterschiedlich. Während und in der Nachbelastungsphase steigen die Granulozyten kontinuierlich an. Bei moderater Bewegung erreichen sie ihr Ausgangsniveau nach etwa einer Stunde wieder. Wurde ein Bewegungsprogramm bei maximaler Belastung durchgeführt, kann es ca. einen Tag dauern, bis die Granulozyten ihren Ausgangswert wieder erreicht haben. Bei den Lymphozyten findet man während und unmittelbar nach der Belastung einen Anstieg. Diese gehen innerhalb kurzer Zeit nach Ende der Belastung auf Werte unterhalb des Ausgangsniveaus. Dies kann je nach Belastungsintensität von drei Stunden bis zu mehreren Tagen andauern. (Mooren, 2003, Baum & Liesen, 1997).

Mehrere Bestandteile des Immunsystems weisen Veränderungen nach erschöpfender Belastung auf. Die stärkste Wirkung geht von Stresshormonen wie Katecholamine und Cortisol aus. (Baum & Liesen, 1997, Nieman, 2000). Auch ein Anstieg von Aktivierungsmarker der Granulozyten und Monozyten im Blut als Zeichen einer Entzündungsreaktion auf Substanzen, die der verletzte Muskel freisetzt wird verzeichnet. (Niemann, 2000) Besonders durch exzentrische Bewegungsformen kommt auch es zu Veränderungen in der Muskulatur. Hier wird vor allem die Freisetzung von den Zytokinen IL-6 und IL-1 ausgelöst. (Baum & Liesen, 1997). Niemann beschreibt zusätzlich einen Anstieg der Plasmakonzentration von den Zytokinen TNF- α , IL-6, IL-10 und IL-1 Rezeptorantagonisten sowie einen Abfall der Aktivität der NK-Zellen. (Niemann, 2000).

Für Sportler die bei hoher Trainingsintensität trainieren ist es sinnvoll, nach derartiger Belastung das Infektionsrisiko durch engen Körperkontakt oder gemeinsame Trinkgefäße zu vermeiden. (Baum & Liesen, 1997).

Im Gegensatz zu Bewegungen mit hoher Trainingsintensität, beobachtete man bei Sportlern die ein Training im normalen Ausmaß durchführen weniger Infekte als bei Personen, die körperlich inaktiv waren. (Nieman, 2000, König et al.2000,) Dies untersuchten bereits 1983 Peters und Batemann bei 141 Ausdauersportlern in Hinblick auf Atemwegsinfekten nach einem 56 km Marathonlauf. 33,3 Prozent der Läufer berichteten nach zwei Wochen über Infektsymptome. Die Kontrollgruppe, die nicht am Lauf teilnahm klagten 15,3 Prozent über Atemwegsinfekte. Vor allem diejenigen, die eine schnelle Laufzeit hatten mehr Infekte aufwiesen als Sportler die länger gebraucht haben um ins Ziel zu kommen. (König et al., 2000). Weitere Studien zum Thema Atemwegsinfektionen haben gezeigt, dass ein leichtes und täglich durchgeführtes Training bei zuvor körperlich inaktiven Frauen mit einer signifikanten Reduktion des Risikos an dieser Infektion zu erkranken verbunden war. Dies bezieht sich nicht nur auf Atemwegsinfektionen wie in den Studien beschrieben, sondern auf die allgemeine Infektanfälligkeit wie in Abbildung 5 verdeutlicht wird.

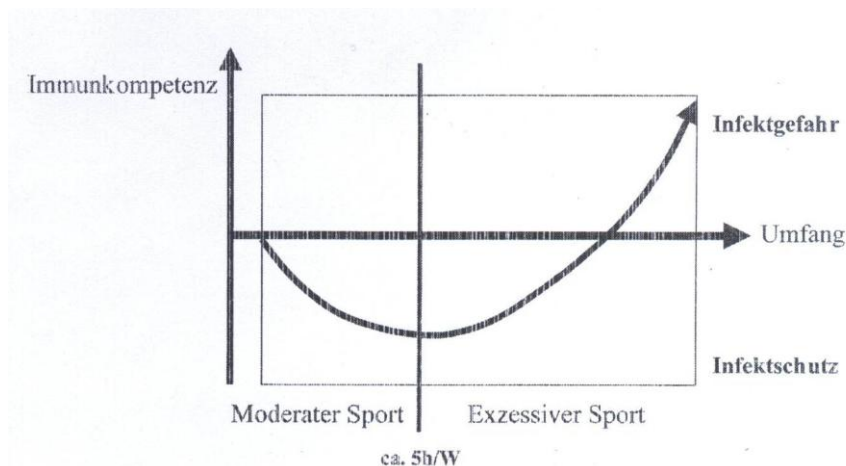


Abbildung 5: Die J-förmige Kurve zwischen Belastungsintensität, Umfang und Immunkompetenz (König, 2000)

Diese Grafik zeigt, dass normale körperliche Aktivität eine verminderte Infektionsrate aufweist, während körperliche Überbelastung im Training bzw. Wettkampf zu einem erhöhten Infektionsrisiko führt. Sehr oft wird dies mit einer J-förmigen Kurve dargestellt. (Nieman, König, 2000)

Laut Untersuchungen zeigt sich, dass Ausdauersportler ein höheres Infektionsrisiko aufweisen als Kraftsportler oder Sportler, die ein gemischt aerobes-anaerobes Training durchführen. Auch Ernährung, Alltagsstress, Trainingsumfang, Belastungsintensität und eben die Sportart wurden in Zusammenhang mit einer erhöhten Infektwahrscheinlichkeit gesehen. (König, 2000)

3.1 TNF- α , IL-6 und CRP und körperliche Aktivität

Regelmäßige körperliche Aktivität bietet einen Schutz gegen chronische Krankheiten, die in Verbindung mit geringgradiger Entzündung stehen. (Mathur & Pedersen, 2008)

Die verschiedenen immunologischen Veränderungen durch körperliche Aktivität gehen vom Muskel aus. Dort wird das Interleukin-6-Gen aktiviert, welches über einen Botenstoff in der Leber Glukose und Akute-Phase-Reaktanden wie das CRP mobilisiert, die Lipolyse im Fettgewebe steigert und das Immunsystem aktiviert. Außerdem wird der Botenstoff TNF-alpha gehemmt. Dadurch wird die Isulinresistenz herabgesetzt und die arteriosklerotischen Degenerationsprozesse werden gebremst. (Uhlenböck, in Sommer & Graf, 2002).

Die einzelnen Parameter und ihr Zusammenhang mit der körperlichen Aktivität werden im nächsten Punkt beschrieben.

3.1.1 TNF- α und körperliche Aktivität

Man könnte denken, durch eine vermehrte körperliche Aktivität entstehen ähnliche Reaktionen wie bei einer Infektion oder Blutvergiftung.(Gleeson, 2007) Dies ist jedoch nicht der Fall. Es gibt einen bedeutenden Unterschied zwischen Bewegung und Sepsis in Hinblick auf die Zytokinantwort. Dieser besteht darin, dass TNF- α sowie auch das IL-1 β normalerweise bei Bewegung nicht ansteigen. (Mathur & Pedersen, 2008; Petersen & Pedersen, 2005)

Es gibt Studien die behaupten, dass das TNF- α bei einer Gewichtsreduktion gesenkt werden kann. (Sharman & Volek, 2004, Puglisi & Fernadez, 2008). Jedoch ist hier die körperliche Aktivität in den Hintergrund gestellt worden. Im Gegensatz dazu gibt es eine Studie von Labert et al, in der ältere Personen mit Adipositas ein körperliches Programm über 12 Wochen absolvieren mussten und keine Veränderung des TNF- α aufweisen

konnten. Es wurde festgestellt, dass sich jedoch der CRP-Wert reduziert hatte. (Sharmann & Vollek, 2004, Lambert et al. 2008). Auch andere Studien, die sich mit dem Zusammenhang von TNF- α und Bewegung beschäftigt haben geben an, keinen nennenswerten Unterschied gefunden zu haben. Außer bei Patienten, die an Multiple Sklerose leiden hat man einen Anstieg des TNF- α nach dem Ausdauersport gefunden. (Puglisi et al, 2008, Puglisi & Fernandez 2008)

Ein Anstieg des TNF-alpha während akuter Bewegung beschreibt Pluegger. Dies ist auch bei Kindern zu beobachten. Bei akuter körperlicher Aktivität ist ein Anstieg der Lymphozyten, Leukozyten, NK-Zellen, IL-6, TNF- α , IL-1 β , , IL-1ra erkennbar. Bei regelmäßiger Bewegung hat sich ein Anstieg des TNF- α und IL-1 β gezeigt. (Pluegger et al., 2009)

3.1.2 Interleukin 6 und körperliche Aktivität

Wie in dieser Arbeit schon erwähnt wurde, ist das IL-6 ein pro-inflammatorisches Zytokin, das in der Akut-Phase Reaktion wie auch das CRP involviert ist. Weiters hat diese Form von Zytokinen eine bedeutende Rolle im Zusammenhang zwischen Adipositas, Entzündungen und Kardiovaskulären Krankheiten. (Thomas & Williams,2008).

Das Interleukin 6 ist das erste Zytokin, das während körperlicher Aktivität im Blutkreislauf zirkuliert und ansteigt. (Mathur & Pedersen, 2008, Wilund, 2007). Erst danach erfolgt ein Anstieg von anderen Interleukinen wie IL-1ra und IL-10. Das IL-6 wird von den beanspruchten Muskeln im Körper produziert. (Mathur & Pedersen, 2008) Dies wurde mit einer Muskelbiopsie vor und nach dem Training bei Menschen und Ratten nachgewiesen. Das IL-6 kann während des Trainings bis zum 100-fachen im Muskel ansteigen. (Steensberg et al., 2000)

In welchem Ausmaß das IL-6 ansteigt, ist abhängig von der Dauer, Intensität und Muskelmasse die während der Bewegung benötigt wurde. (Mathur & Pedersen, 2008)

Eine vermehrte körperliche Aktivität und/oder eine bessere körperliche Fitness gehen mit einer moderaten Reduktion von TNF- α sowie IL-6 einher. (Wilund,2007, Thomas & Williams, 2008). Dies zeigt auch eine Querschnittsstudie von 1004 Teilnehmer/innen. Die älter als 65 Jahre sind. Bei den Männern, die moderate bis hohe körperliche Aktivitäten durchführten, hatten im Gegensatz zur Kontrollgruppe die keine Bewegung durchführte signifikant niedrigere IL-6 Werte. Auch bei den Frauen, die eine leichte und moderat-hohe körperliche Aktivität durchführten, wurde ein signifikant niedriger IL-6 Wert als bei den anderen Frauen, die keine körperliche Aktivität durchführten, deutlich. Eine andere Studie von Jankord and Jemiolo (2004) hatte ergeben, dass sich der Einfluss von körperlicher

Aktivität auf das Interleukin -6 bei gesunden Männern im Alter zwischen 65-74 Jahren bei jenen die körperlich aktiv waren ebenfalls positiv auswirkte. Das IL-6 war signifikant niedriger. (Thomas & Williams,2008)

In Bezug auf Kinder gibt es noch relativ wenige Studien, welche sich mit einem Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und IL-6 beschäftigen. Die meisten Studien beziehen sich auf Kinder mit Übergewicht wie beispielsweise die Studie von Nemet et al. 2003 sowie die Studie von Weiss et al, 2004.

Über eine Periode von 4 Monaten wurden 73 Jugendliche der achten Schulstufe in einer öffentlichen Schule in New York in zwei Gruppen geteilt. Zum einen in die Interventionsgruppe, die aus 49 Personen bestand und zum anderen in die Kontrollgruppe. Diese Gruppe inkludierte 24 Schüler/innen. Die Interventionsgruppe zeigte nach aeroben Einheiten die zwei bis dreimal pro Woche durchgeführt wurden im Gegensatz zur Kontrollgruppe eine signifikant geringere Konzentration des IL-6 im Blut. In dieser Studie von Rosenbaum et al. konnte herausgefunden werden, dass durch ein Interventionsprogramm in der Schule die Körperfettmasse, die Insulinresistenz sowie die Konzentration von IL-6 und CRP bei Jugendlichen signifikant reduziert werden konnte. (Rosenbaum et al., 2007).

3.1.3 CRP und körperliche Aktivität

Der Mechanismus für den Zusammenhang zwischen der niedrigen CRP-Konzentration und der vermehrten körperlichen Aktivität ist noch unklar. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass eine erhöhte körperliche Aktivität beispielsweise auch mit dem Alter, dem BMI und mit dem Quotient aus Taille und Hüfte eng verbunden ist. (Ford, 2002). Trotz Überschneidungen wurde eine erhöhte CRP-Konzentration vor allem bei Personen gefunden, die wenig körperliche aktiv sind. Ein niedrigerer CRP-Wert im Blut wurde bei körperlich aktiven Personen aufgezeigt. Ein Grund dafür könnte sein, dass die niedrige CRP-Konzentration über die Interleukine, vor allem über den Einfluss von IL-6 und TNF-alpha entstehen kann. (Thomas & Williams 2008).

Es gibt eine Studie von Albert et al. (2004), wo erwachsene Personen ihre körperliche Aktivität in 4 Kategorien selbst beschreiben mussten. Diese Kategorien wurden wie folgt vorgegeben: „weniger als 1x pro Woche“, über „1x pro Woche“, „2-3x pro Woche“ bis hin zu „mehr als 4x pro Woche“. Es wurde herausgefunden, dass die CRP-Konzentration bei Männern die höhere körperliche Aktivitäten angegeben haben, signifikant geringer war als bei jenen, die weniger anstrengende Bewegungen durchführten. (Thomas & Williams 2008)

Ein Effekt zwischen körperlicher Aktivität und CRP bezüglich Kinder gibt es noch wenige. Die meisten davon beziehen sich auf übergewichtige und adipöse Kinder. (Thomas & Williams, 2008).

Eine Studie von Syrenicz et al zeigt, dass CRP signifikant mit niedriger körperlicher Aktivität korreliert. Gemessen wurde die körperliche Aktivität mittels Gespräche mit den Kindern und deren Erwachsenen. (Thomas & Williams 2008). Eine andere Studie, die von der European Youth Heart Study (EYHS) durchgeführt wurde, ist die körperliche Aktivität mittels Accelerometern gemessen worden. Hier gibt es keinen Zusammenhang zwischen der CRP-Konzentration der Kinder und deren körperlichen Aktivität. (Ruiz et al., 2007)

4 Immunsystem und Übergewicht

4.1 Übergewicht

Übergewicht und Fettleibigkeit (Adipositas) wird in der heutigen Zeit als chronische Krankheiten definiert, die auf einem polygenetischen Hintergrund basiert, aber auch mit einem ungesunden Lebensstil wie überkalorischer Ernährung und Bewegungsmangel einhergeht. (Hauner & Berg, 2000).

Die Klassifikation erfolgt nach dem sogenannten Body Mass Index, kurz BMI genannt. Dieser berechnet sich wie folgt:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht (kg)}}{\text{Körpergröße (in Metern)}^2}$$

Je nach BMI unterscheidet man Untergewicht, Normalgewicht, Übergewicht bzw. verschiedene Grade der Adipositas.

Tabelle 2: Klassifikation der Adipositas nach dem BMI.

Klassifikation	BMI = kg/m ²
Untergewicht	< 18,5
Normalgewicht	18,5-24,9
Übergewicht	≥ 25
-Präadipositas	25-29,9
-Adipositas Grad I	30-34,9
- Adipositas Grad II	35-39,9
- Adipositas Grad III	≥ 40

Quelle: ((Modifiziert nach WHO 2000) in Lehrke S. 4)

Ab einem BMI von 25 kg/m² spricht man von Übergewicht und ab einem BMI von 30 kg/m² spricht man von Adipositas. (Lehrke, 2009)

Adipositas wird im „Diet Report 2003“ von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als ein globales Problem beschrieben. Darin wird die Befürchtung beschrieben, dass sich die Zahl der adipösen Menschen in den nächsten 20 Jahren verdoppeln wird. Laut Zeuschner & Freidl wird geschätzt, dass eine Milliarde Menschen weltweit übergewichtig sind, wovon mindestens 300 Millionen Menschen als adipös bezeichnet werden können. Dies entspricht etwa 7% der erwachsenen Bevölkerung. Auch in Österreich zeigt sich eine stetige Zunahme an Übergewicht und Adipositas. 37 % der österreichischen Bevölkerung ist übergewichtig und 9,1 % adipös. Diese Krankheit betrifft nicht nur ältere Menschen, auch Kinder und Jugendliche sowie Menschen aus jeder sozioökonomischen Gruppierung haben mit der Krankheit zu kämpfen. In Österreich gilt jedes zehnte Kind als übergewichtig und jedes zwanzigste leidet an Adipositas. (Zeuschner & Freidl 2007, Rathmanner 2006)

Als Ursache wird oft die genetische Veranlagung, also genetisch bedingte Defekte in der Regulation der Nahrungsaufnahme, für die Entstehung von Adipositas verantwortlich gemacht. Wesentlich ist jedoch, dass Übergewicht und Adipositas aus einem langfristigen Missverhältnis zwischen Energieaufnahme und -verbrauch resultieren. Die Energieaufnahme ist wesentlich höher als der Körper verbrauchen kann. (Hauner & Berg, 2000)

Die Folgen von Übergewicht und Adipositas sind unumstritten. Übergewicht ist ein Hauptrisikofaktor für eine Vielzahl von Krankheiten wie beispielsweise Diabetes mellitus, Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen etc. und geht mit einem erhöhten Sterberisiko einher. (Kurth & Rosarlo 2007, Zeuschner & Freidl, 2007, Hauner & Berg, 2000)

Eine kalorienangepasste und vor allem fettarme Ernährung, sowie die Steigerung der körperlichen Aktivität sind die wichtigsten Maßnahmen zur Vorbeugung aber auch zur Behandlung von Übergewicht und Adipositas. Während bei einer Ernährungsumstellung eine Reduzierung der Energieaufnahme erreicht werden soll, wird durch Bewegung eine Erhöhung des Energieverbrauchs angestrebt. (Hauner & Berg, 2000)

4.1.1 Übergewicht bei Kinder und Jugendlichen

Wie schon erwähnt, betrifft das Problem Übergewicht und Adipositas nicht nur ältere Menschen sondern wird auch immer häufiger bei Kindern und Jugendlichen diagnostiziert. Vergleicht man die heutigen Werte mit denen vor etwa 30 Jahren, so ist der Anteil der dicken Kinder, ausgehend von derselben Referenzdatenbank, um 20-33 Prozent gestiegen. (Müller et al., 2006)

Es wurde auch eine Studie in Deutschland durchgeführt, welche die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen aufzeigen soll. In diesem bundesweiten Kinder- und Jugendgesundheitsurvey, kurz KiGGS genannt, wurden die Probanden standardisiert gemessen und gewogen. Danach wurde der BMI nach Kromeyer-Hauschild et al. berechnet. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass 15 % der 3-17 jährigen Kinder- und Jugendlichen übergewichtig sind. Eine Untergruppe davon, nämlich 6,3% leidet unter Adipositas, da der BMI oberhalb des 97. Perzentils der Referenzdaten liegt. Teilt man diese Ergebnisse in Altersgruppen auf, so sind bei den 3-6 Jährigen 9% übergewichtig und 2,9 % adipös. Bei der Altersgruppe der 7 bis 10 Jährigen sind es 15 % die an Übergewicht und 6,4% die an Adipositas leiden. Bei den Jugendlichen im Alter zwischen 14-17 Jahren sind 17% übergewichtig und 8,5% fettleibig. Bei dieser Studie wurden keine klaren Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt. Es wird erwähnt, dass bei Kinder und Jugendlichen, welche aus Familien mit niedrigem Sozialstatus, Migrationshintergrund und Kindern deren Mütter ebenfalls übergewichtig sind ein höheres Risiko besteht an Übergewicht und Adipositas zu erkranken. Diese Ergebnisse bestätigen den vermuteten Anstieg der übergewichtigen und adipösen Kinder und Jugendlichen aller Altersgruppen in Deutschland (Kurth & Rosarlo, 2007)

Wie bei adipösen Erwachsenen sind die durch Übergewicht hervorgerufenen gesundheitlichen Folgen auch im Kindes- und Jugendalter beachtlich. Ein hoher Body-Mass-Index geht mit hohen Lipid- und Insulinwerten sowie mit einem erhöhten Blutdruck einher. Außerdem besteht das Risiko an Typ 2 Diabetes, Asthma und Herz-Kreislaufkrankungen zu leiden. Vor allem ein hoher BMI bei Kindern ist mit Atherosklerosis sowie mit Adipositas im Erwachsenenalter verbunden. (Freedman, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 2009, Sackeck, 2008, Nething et al., 2006, Nemet et al., 2003). Auch soziale Benachteiligungen durch Übergewicht und die damit verbundenen psychischen Probleme können für die Kinder und auch für deren Eltern zur enormen Last werden. (Müller et al., 2006)

Es gibt verschiedene Faktoren, die zum Anstieg des Übergewichts bei Kindern führen. Ein wesentlicher Faktor ist der vermehrte Fernseh- und Computerkonsum der Kinder und Jugendlichen. Die Lebensgewohnheiten und die körperliche Inaktivität begünstigen die Krankheitsentstehung. Auch kalorienhaltige Getränke und Essen sowie großen Portionen, welche meist zwischendurch und nicht zu Hause gegessen werden wie das typische Fast-Food Essen, lassen das Risiko an Übergewicht und Adipositas enorm ansteigen. (Sackeck, 2008.)

Es gilt diese Faktoren möglichst einzudämmen und Änderungen des Lebensstils auch schon bei Kindern vorzunehmen um die Folgen von Übergewicht und Adipositas noch rechtzeitig in den Griff zu bekommen.

4.1 TNF-alpha, IL-6, CRP und Übergewicht

Adipositas und die meist damit verbundene körperliche Inaktivität sind Faktoren, welche die Entstehung von metabolischen Risikofaktoren fördern. Dies ist der häufigste Grund kardiovaskulären Erkrankungen zu bekommen. (Halle et al., 2000) Zur Berechnung des Herzkreislauftrisikos und des Risikos an Diabetes zu erkranken, werden oftmals entzündliche Biomarker wie CRP und proinflammatorische Zytokine wie IL-6 herangezogen. (Sacheck, 2008) Das IL-6 wird nach Rückmeldung von IL-1 β und TNF-alpha freigesetzt. Das Interleukin 6 sowie das TNF-alpha werden von Fettzellen produziert. CRP wird in der Leber durch die Rückmeldung von IL-6 freigesetzt und ist ein Akute-Phase-Protein. CRP ist ein sensibler Marker für Entzündungen. (Black et al., 2004, Nemet, 2003) Es wurde herausgefunden, dass CRP, welches lokal in Gefäßen produziert wird einen direkten Einfluss auf die Entstehung der Arteriosklerose hat. (Calabro et al., 2003)

In der Studie von Nemet et al. 2003 zeigte sich, dass Kinder mit einem höherem Körperfett höhere TNF- und IL-6 Werte aufweisen. (Nemet et al. 2003) Andere Studien haben einen Anstieg von IL-6, CRP und Leptin bei Kindern mit Übergewicht und Adipositas feststellen können. (Ford et al, 2005; Visser et al., 2001, Sacheck, 2008). Auch in den jungen Jahren, steigen die Werte von CRP, IL-6 und TNF-alpha durch Übergewicht bei Kindern an und gehen mit einem erhöhten Risiko der Herzkreislaufkrankungen einher. Daten vom National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) zeigen, dass Kinder mit vermehrten Faktoren des metabolischen Syndroms einen höheren CRP-Gehalt im Blut aufweisen. (Sacheck, 2008)

5 Empirische Studie

Dieses Kapitel umfasst alles Wissenswertes über die durchgeführte empirische Studie.

5.1 Fragestellung

Im Mittelpunkt dieser Studie steht die Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen den Inflammationsmarkern IL-6, CRP und TNF- α und der körperlichen Aktivität von SchülerInnen im Alter von 10-19 Jahren gibt.

5.2 Forschungshypothesen

Hypothese 1:

Schüler/innen, die den Leistungssportzweig besuchen weisen niedrigere Inflammationsmarker auf als jene, die die Regelschule besuchen.

Hypothese 2:

Die inflammatorischen Marker sind abhängig vom Alter und Geschlecht.

Hypothese 3:

Das Körpergewicht bzw. der Body Mass Index haben einen Einfluss auf die Inflammationsmarker.

Hypothese 4:

Das Bewegungsausmaß (erhoben mittels IPAQ Fragebogen) bzw. die Fitness (gemessen an der Ausdauerleistungsfähigkeit) nehmen Einfluss auf die inflammatorischen Marker.

5.3 Studiendesign

5.3.1 Studiendesign

Das Projekt „Körperliche Aktivität macht Schule“, welches im Rahmen des nicht kommerziellen Förderprogramms „Sparkling Science“ durchgeführt wird, wird vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung finanziert. Im Zuge dieses Projektes wurden im vergangenen Schuljahr 2008/2009 von 343 Schüler/innen des Partnergymnasiums Maroltingergasse diverse Daten erhoben. Die Schüler/innen von beiden Schulzweigen, im Alter von 10 bis 19 Jahren, nahmen an sportmotorischen, sportmedizinischen und an labormedizinischen Tests teil. Die körperliche Aktivität der

Kinder wurde mittels Accelerometrie und einem Fragebogen gemessen. Alle Daten wurden anonym ausgewertet.

5.3.2 Die Partnerschule

Die Schule GRG Maroltingergasse aus Wien eignet sich besonders gut für dieses Projekt, da diese eine Regelschule, sowie einen Leistungssportzweig führt. Dies bringt für die Studie den Vorteil, dass die Schüler/innen dasselbe Schulgebäude besuchen, die gleichen Lehrer haben usw. und solche äußeren Faktoren keine Einflüsse auf die beiden Gruppen von Regelschüler/innen und Leistungssportschüler/innen in Hinblick auf die Untersuchungsergebnisse haben.

Ein Unterschied dieser beiden Schultypen ist die Anzahl der Sportstunden pro Woche.



Abbildung 6: Anzahl der Sportstunden der Regelschule und des Leistungssportzweiges

Wie man in der Abbildung 6 erkennen kann, ist die Regelschule nach geschafften 8 Schulstufen absolviert. In der Unterstufe sind 3-4 Stunden Bewegung und Sport im Stundenplan der Kinder vorgesehen. Ab der 5. Schulstufe, der Oberstufe, sind es 2-3 h pro Woche. Im Gegensatz dazu dauert mit 9 Schulstufen der Leistungssportzweig ein Schuljahr länger als die Regelschule, um den Abschluss zu erhalten. In den ersten zwei Jahren dieses Schultyps haben die Schüler/innen 6 Stunden Bewegung und Sport als Unterrichtsfach zu absolvieren. Im dritten und vierten Schuljahr werden diese um die Hälfte reduziert. Ab der Oberstufe haben die Sportler/innen einmal pro Woche in der Schule Sport. Dafür müssen bis zu zwei Trainingseinheiten pro Tag in der jeweiligen Sportart durchgeführt werden.

5.3.3 Die Studienteilnehmer/innen

Insgesamt besuchten 1.139 Schüler/innen während der ersten Testung im Schuljahr 2008/2009 das GRG Maroltingergasse. Die Teilnehmer/innen im Alter von 10 bis 14 Jahren, welche die Unterstufe besuchten ergeben eine Anzahl von 610 Kindern. Der Rest von 529 Jugendlichen im Alter von 15 bis 19 Jahren waren Schüler/innen der Oberstufe.

Teilt man diese nun in Schüler/innen des Leistungssportzweiges auf so ist zu verzeichnen, dass 11,3 %, also jedes neunte Kind in der Unterstufe sich für den Leistungssportzweig entschieden hat. Jede/r dritte, das macht 31,9 % besucht die Oberstufe des Sportgymnasiums Marioltingergasse. In absoluten Zahlen gesehen, sind das 238 Schüler/innen aus dem Leistungssportzweig.

Für die Studie wurden von jeder Schulstufe eine Regelschulklasse und eine Klasse aus dem Leistungssportzweig auf freiwilliger Basis herangezogen. Kinder und Eltern bekamen eine detaillierte Information über die Ziele der Studie, mögliche Risiken und die bekamen die Möglichkeit an dieser Studie mitzumachen. Die Eltern bzw. Erziehungsberechtigte der teilnehmenden Kinder mussten dafür eine schriftliche Einverständniserklärung abgeben. Schlussendlich nahmen 344 von möglichen 433 Schüler/innen, das sind 79,4 Prozent, an der Studie teil. Teilt man diese 344 Probanden in Geschlecht auf, so machen 83 Mädchen und 119 Burschen aus der Regelschule bei diesem Projekt mit. Im Leistungssportzweig haben sich 53 Mädchen und 89 Buben dazu entschlossen, an der Studie teilzunehmen.

Für die labormedizinische Untersuchung wurde von 211 Schüler/innen Blut und Speichelproben abgenommen. Die Aufteilung nach Geschlecht ist in 6.1. Studienbeteiligung aufgezeigt.

5.3.4 Sportmotorische und sportmedizinische Testbatterien

Im Juni 2008 wurde eine Informationsveranstaltung über dieses Projekt abgehalten, damit zu Beginn des Schuljahrs 2008/2009 gleich gestartet werden konnte. In der Zeit von November 2008 bis Februar 2009 wurde die sportmotorische Testbatterie mit den Schüler/innen durchgeführt. Parallel dazu wurden die Probanden zwischen den Monaten Dezember 2008 und März 2009 im ÖISM (Österreichisches Institut für Sportmedizin) in Wien sportmedizinisch untersucht.

Sportmotorische Testbatterie

Die sportmotorische Testbatterie lässt sich in verschiedenen Gruppen unterteilen. Es wurde die Kraft der oberen Extremitäten sowie die Kraft der unteren Extremitäten gemessen. Weiters wurde auch noch die Ausdauer sowie die Schnelligkeit der Kinder überprüft. Verschiedene Tests zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit und Beweglichkeit waren ebenfalls Teil der sportmotorischen Testbatterie.

Zusammenfassend gab es folgende Übungsaufgaben für die Teilnehmer/innen zu absolvieren:

- Medizinballweitwurf
- Isometrische Maximalkraft mittels Handkraftdynamometer
- Standweitsprung
- Test zur Ermittlung der vertikalen Sprungkraft
- 20 m Multistage-Shuttle-Run
- Maximale Sprints über 10m und 20m
- Einbeinstand
- Sit and Reach-Test

Sportmedizinische Untersuchung

Die Sportmedizinische Untersuchung umfasst die Anthropometrie, Muskelfunktionsdiagnostik und die labormedizinische Untersuchung. Die anthropometrischen Daten wie Körpergröße und Gewicht (BMI) wurden zusammen mit den sportmotorischen Tests in der Schule gemessen. Außerdem wurden die Muskeln auf Abschwächung und/oder Verkürzung im Liegen durchgeführt. Die labormedizinische Untersuchung umfasst hämatologische Befunde wie beispielsweise rotes und weißes Blutbild, chemische Befunde wie Blutzucker, Cholesterin und Triglyceride sowie

immunologisch-serologische Befunde. In diese Kategorie fallen die Blutwerte dieser Arbeit, nämlich das IL-6, CRP und TNF-alpha.

5.3.5 Messwerte

Durch die anthropometrischen Messungen der Körpergröße und des Körpergewichts konnte der BMI berechnet werden. Dieser wurde mit der Formel $BMI = \frac{kg}{m^2}$ berechnet.

Für die objektive Messung der körperlichen Aktivität haben die Kinder Accelerometer bekommen. Diese Bewegungssensoren wurden an der rechten Hüfte befestigt und zeichneten alle Bewegungen in zwei Achsen und die Anzahl der Schritte auf. Außerdem mussten die Schüler/innen einen Aktivitätsfragebogen ausfüllen, welcher 2003 am Institut für Sport und Sportwissenschaften an der Uni Karlsruhe entwickelt wurde. Für diese Arbeit wurden die Daten für die körperliche Aktivität der Schüler/innen aus diesem MoMo-Aktivitätsfragebogen herangezogen.

Wie schon erwähnt wurden im Schuljahr 2008/2009 von 211 Schüler/innen welche die Regelschule, als auch den Leistungssportzweig in der GRG Maroltingergasse besuchen, Blut- (Serum und EDTA) sowie Speichelproben abgenommen. Diese Plasma- und Speichelproben wurden bei $-80^{\circ}C$ eingefroren. Aus dem eingefrorenen Serum wurde das Interleukin 6 sowie das TNF-alpha mittels ELISA (enzyme-linked immunosorbent assays) gemessen. Dieses Verfahren basiert auf einer enzymatischen Farbreaktion und gehört zu Verfahren der Bioanalytik.

Wie die einzelnen immunologischen Parameter, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind gemessen wurden, zeigt der nächste Punkt.

5.3.6 Messung der Blutwerte

Die Messung des Parameters CRP wurde in einem Labor zusammen mit den anderen Blutwerten wie rotes und weißes Blutbild, Blutzucker, Cholesterin und Triglyceride gemessen.

Die Messungen der Parameter TNF-alpha und IL-6 wurde eigens mittels ELISA analysiert. Zur besseren Verständnis ist in Abbildung 7 eine beispielhafte Mikroplatte dargestellt so wie wir sie verwendet haben. Die Platte besteht aus zwölf Reihen zu je acht Wells, in die pipettiert wird.



Abbildung 7: Beispiel einer Mikroplatte

5.3.6.1 TNF-alpha

Für die Messung des menschlichen Interleukin-6 verwendeten wir: Quantikine HS, einen hoch sensitiven ELISA der Firma R&D Systems. Dies kann für TNF- α Konzentrationen im Serum und Plasma verwendet werden. In unserem Fall nahmen wir die Blutproben aus dem Serum, welches zuvor bei -80 °C eingefroren war.

Das Quantikine HS für TNF- α hat eine reine Wartezeit von 6,5 Stunden bis es ausgewertet werden kann. Bisherige Ergebnisse zeigen, dass der Quantikine HS IL-6 Kit verwendet werden kann, um hohe Aussagekraft für natürlich vorkommendes IL-6 beim Menschen bestimmen zu können.

Prinzipien der Untersuchung

Bei Untersuchungen auf hoch sensitiver Basis wie beim TNF- α und beim IL-6 werden zwei Mal Antikörper auf die Platte gegeben. Auf die Mikroplatte wurde vorab ein monoklonaler Antikörper speziell für das TNF- α aufgetragen. Die Standards und Proben werden in die Wells pipettiert und jedes vorhandene TNF- α bindet sich an den Antikörper. Danach folgt der Waschvorgang, wo alle nichtgebundenen Substanzen gewaschen werden. Wurde dieser Vorgang durchgeführt, kommt ein Enzym-gebundener Antikörper, dieser ist wie schon erwähnt der zweite Antikörper, speziell für das TNF- α auf die Wells. Es folgt wie vorher wieder ein Waschvorgang um alle ungebundenen Substanzen zu entfernen. Nach diesem Ablauf wird eine Substratlösung aufgetragen. Nach der vorgegebenen Inkubationszeit wird die Amplifier-Lösung in die Wells pipettiert und eine

Farbausprägung nach Stärke des TNF- α wird sichtbar. Die Farbentwicklung wird durch eine Lösung gestoppt und die Intensität der Farbe wird gemessen.

Der genaue Ablauf zur Bestimmung des TNF- α

Für die Bestimmung des Parameters TNF-alpha benötigt man zu Beginn die dafür vorgesehene Mikroplatte, wie in Abbildung 7 dargestellt. Diese Platte besteht aus 12 Reihen, zu je 8 Wells, welchen von A-H beschriftet werden. In jedes Well wurde bereits ein monoklonarer Antikörper von Mäusen für TNF- α aufgetragen.

Bei Untersuchungen von mehreren Parametern wie in unserem Fall ist es besonders wichtig, dass für jeden Parameter genügend Arbeitsfläche zur Verfügung steht. Auch die Beschriftung der Mikroplatten ist vorteilhaft, um mögliche Verwechslungen zu vermeiden. Dies sollte noch vor Beginn der Untersuchung gemacht werden.

Als Erstes werden 50 μ l Assay Diluent RD1-F welches vor Verwendung geschüttelt werden muss, in jedes Well pipettiert.

Danach erfolgt die Auftragung der Standards und des Blutes. Hierfür benötigt man eine gewisse Vorbereitungszeit. Der Standard wird mit der vorhandenen Menge an Calibrator Diluent RD6-13 vermischt und somit eine Stammlösung von 32pg/ml erzeugt. Diese Mischung benötigt nach einer leichten Schüttelung eine Ruhezeit von 15 Minuten, bevor man weiterarbeiten kann.

Für die jeweiligen Standards bereitet man sich kleine Röhren vor. In jedes Röhren werden 500 μ l des Calibrator Diluent RD6-13 pipettiert. Nach Ablauf der 15 minütigen Wartezeit kann nun mit der Stammlösung weitergemacht werden. Wie in Abbildung 8 beschrieben, werden 500 μ l der Lösung in das erste Röhren gegeben. Dieses wird auf einen vorgesehenen Schüttler gut durchgemischt. Von diesem werden wieder 500 μ l in das zweite Röhren pipettiert. Dieses wird ebenfalls wieder gut gemischt und dieser Vorgang wiederholt sich bis zum letzten Röhren (0,5 pg/ml).

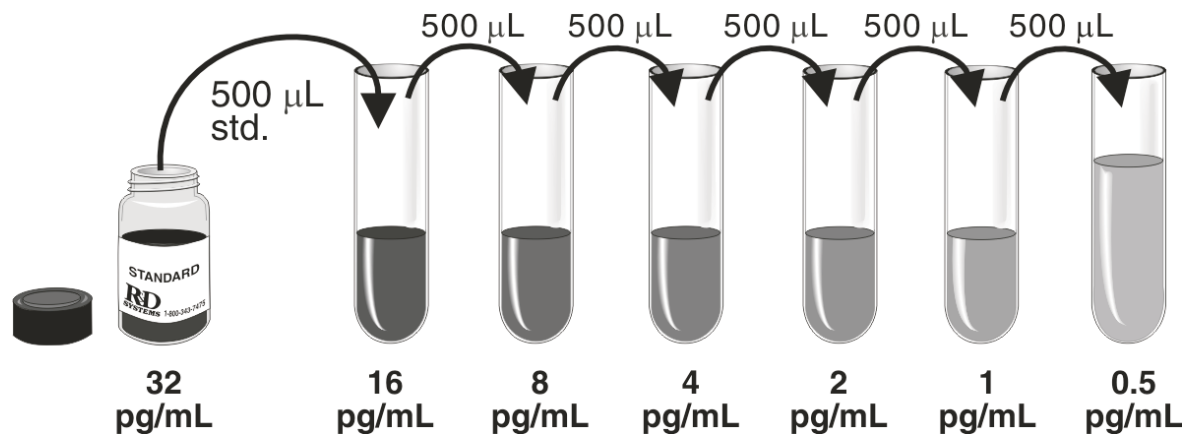


Abbildung 8: Standards des TNF-alpha (R&D Systems, 2010, S.8)

Der höchste Standard ist jener mit 32pg/ml und der niedrigste Standard mit 0 pg/ml ist das reine Calibrator Diluent.

Nach dieser Vorbereitung werden in den ersten zwei Reihen Duplets vom Standard IL-6 zu je 200 µl pro Well aufgetragen. Begonnen wird mit dem niedrigsten Standard bis hin zum höchsten Standard der sich in den Wells A8 und B8 befindet. In die restlichen Wells werden die Blutproben der Probanden pipettiert und anschließend wird die Platte für 3 Stunden bei Raumtemperatur ruhig stehen gelassen.

Diese Zeit kann man nutzen um die Lösung für den Waschvorgang vorzubereiten. Der dafür benötigte Waschpuffer wird mit 100ml des Waschpuffer-Konzentrats und 1000 ml destilliertem Wasser zusammengemischt.

Sind die drei Stunden Inkubationszeit vorüber, werden alle Substanzen die nicht haften geblieben sind gewaschen. In jedes Well pipettiert man 400µl Waschpuffer um sie zu reinigen. Die Platte kann nach dem dritten Mal waschen zwischendurch auch ausgeklopft werden. Wurde der Waschgang sechs Mal durchgeführt, werden je 200 µl Konjugate in jedes Well aufgetragen und es erfolgt eine weitere Wartezeit von zwei Stunden. Danach wird die Platte einen nächsten Waschvorgang wie vorher unterzogen.

Als nächstes werden 50µl einer Substratlösung in jedes Well pipettiert, welche zehn Minuten vorher vorbereitet werden muss. Dazu wird das Substratpulver mit 6,0 ml Substrat Diluent zusammengemischt und durchgeschüttelt. Wurde die Substratlösung aufgetragen, muss diese für 60 Minuten ruhen. Danach kann die Amplifier Lösung vorbereitet werden, indem man das Amplifierpulver mit 6,0 ml Amplifier Diluent vermischt, schüttelt und wieder für 10 Minuten stehen lässt. Diese Lösung wird ohne Waschvorgang mit jeweils 50µl in jedes Well auf die Mikroplatte pipettiert und für eine halbe Stunde bei Raumtemperatur unberührt liegen gelassen. Sind die 30 Minuten vorbei, erfolgt zum

Schluss die Auftragung von 50µl Stop Solution pro Well um die Färbung zu stoppen. Innerhalb der nächsten 30 Minuten muss die Mikroplatte in das Messgerät gelegt werden, das mit 490 nm gemessen wird.

Referenzwerte des TNF-alpha

Die Referenzwerte des TNF- α aus dem Serum von gesunden Erwachsenen, liegen zwischen 0,550 und 2,816 pg/ml. Der Mittelwert liegt bei 1,206 pg/ml.

5.3.6.2 Interleukin-6

Für die Messung des menschlichen Interleukin-6 verwendeten wir ebenfalls: Quantikine HS, einen hoch sensitiven ELISA der Firma R&D Systems. Dies kann für IL-6 Konzentrationen im Serum, Plasma und Urin verwendet werden. In unserem Fall nahmen wir die Proben wie beim TNF-alpha aus dem Serum.

Das Quantikine HS für Interleukin-6 hat eine reine Wartezeit von 5,5 Stunden bis es ausgewertet werden kann. Bisherige Ergebnisse zeigen, dass der Quantikine HS IL-6 Kit verwendet werden kann, um hohe Aussagekraft für natürlich vorkommendes IL-6 beim Menschen bestimmen zu können.

Prinzipien der Untersuchung

Die Prinzipien der Untersuchung des IL-6 sind ähnlich der Untersuchung des TNF-alphas. Auf die Mikroplatte wurde ein monoklonaler Antikörper von Mäusen speziell für das IL-6 vorweg aufgetragen. Die Standards und Proben werden in die Wells pipettiert und jedes vorhandene IL-6 bindet sich an den Antikörper. Danach folgt der Waschvorgang, wo alle nichtgebundenen Substanzen gewaschen werden. Wurde dieser Vorgang durchgeführt, kommt ein Enzym-gebundener Antikörper speziell für das IL-6 auf die Wells. Es folgt wie vorher wieder ein Waschvorgang um alle ungebundenen Substanzen zu entfernen. Nach diesem Ablauf wird eine Substratlösung aufgetragen. Nach der vorgegebenen Inkubationszeit wird die Amplifier-Lösung in die Wells pipettiert und eine Farbausprägung nach Stärke des IL-6 wird sichtbar. Die Farbentwicklung wird durch eine Lösung gestoppt und die Intensität der Farbe wird mittels ELISA gemessen.

Der genaue Ablauf zur Bestimmung des IL-6

Für die Bestimmung des IL-6 Wertes benötigt man zu Beginn die IL-6 Mikroplatte, wie beispielhaft in Abbildung 7 dargestellt. Diese Platte besteht, wie schon besprochen, aus 12 Reihen zu je 8 Wells, das sind insgesamt 96 Wells. In jedes Well wurde bereits ein monoklonarer Antikörper für IL-6 aufgetragen.

Genügend Arbeitsfläche sowie die Beschriftung der Mikroplatte wie bei TNF-alpha sind wieder wichtig um Verwechslungen vorzubeugen

Als ersten Schritt werden 100µl Assay Diluent RD1-75, welches vor Verwendung geschüttelt werden muss, in jedes Well gebracht.

Danach erfolgt die Auftragung der Standards und des Blutes, was eine Vorbereitungszeit benötigt. Der Standard wird mit 5,0 ml vom Calibrator Diluent RD6-11 Konzentrat vermischt und erzeugt eine Stammlösung von 10pg/ml. Diese Mischung benötigt nach einer leichten Schüttelung eine Ruhezeit von 15 Minuten, bevor man weiterarbeiten kann.

Für die jeweiligen Standards bereitet man sich, wie beim TNF-alpha, kleine Röhrchen vor. In jedes Röhrchen werden 500µl des Konzentrats Calibrator Diluent RD6-11 pipettiert. Nach Ablauf der 15 minütigen Wartezeit kann nun mit der Stammlösung weitergemacht werden. Wie in Abbildung 9 beschrieben, werden 500µl der Lösung in das erste Röhrchen gegeben. Dieses wird auf einen vorgesehenen Schüttler gut durchgemischt. Von diesem werden wieder 500µl in das zweite Röhrchen pipettiert. Dieses wird ebenfalls wieder gut gemischt und dieser Vorgang wiederholt sich bis zum letzten Röhrchen (0,156 pg/ml).

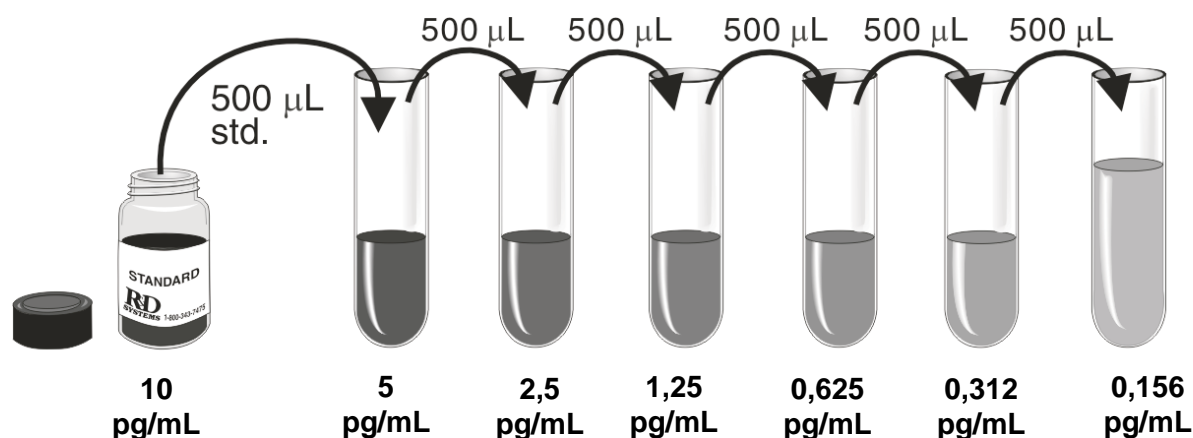


Abbildung 9: Standards des IL-6 (R&D Systems, 2009, S.6)

Der höchste Standard ist jener mit 10pg/ml und der niedrigste Standard mit 0 pg/ml ist das reine Calibrator Diluent.

Nach dieser Vorbereitung werden wieder Duplets vom Standard gemacht. 100µl Standards werden in den ersten zwei Reihen aufgetragen. Begonnen wird mit dem niedrigsten Standard bis hin zum höchsten Standard der sich in den Wells A8 und B8 befand. Die restlichen Wells werden mit Blutproben der Probanden pipettiert und anschließend wird die Platte für 2 Stunden bei Raumtemperatur auf dem Schüttler gestellt.

Für den Waschvorgang wird der Waschpuffer wie beim TNF-alpha schon beschrieben vorbereitet. Dieser wird mit 100ml des Waschpuffer-Konzentrats und 1000 ml destilliertem Wasser zusammengemischt.

Sind die zwei Stunden Inkubationszeit vorüber, werden alle Substanzen die nicht haften geblieben sind gewaschen. In jedes Well pipettiert man 400µl Waschpuffer um sie zu reinigen. Wurde der Waschgang sechs Mal durchgeführt, werden je 200 µl Konjugate in jedes Well aufgetragen und die Platte wieder für zwei Stunden bei Raumtemperatur auf den Schüttler gestellt. Nach diesen zwei Stunden erfolgt wieder ein Waschgang wie vorher schon beschrieben.

Als nächstes werden 50µl einer Substratlösung in jedes Well pipettiert, welche zehn Minuten vorher vorbereitet werden muss. Dazu wird das Substratpulver mit 6,0 ml Substrat Diluent zusammengemischt und durchgeschüttelt. Wurde die Substratlösung aufgetragen, muss diese für 60 Minuten ruhen. Danach kann die Amplifier Lösung vorbereitet werden, indem man das Amplifierpulver mit 6,0 ml Amplifier Diluent vermischt, schüttelt und wieder für 10 Minuten stehen lässt. Diese Lösung wird ohne Waschvorgang mit jeweils 50µl in jedes Well auf die Mikroplatte pipettiert und für eine halbe Stunde bei Raumtemperatur unberührt liegen gelassen. Sind die 30 Minuten vorbei, erfolgt zum Schluss die Auftragung von 50µl Stop Solution pro Well um die Färbung zu stoppen. Innerhalb der nächsten 30 Minuten muss die Mikroplatte in das Messgerät gelegt werden, das mit 490 nm gemessen wird.

Referenzwerte des IL-6

Die Referenzwerte des Interleukin -6 von gesunden Erwachsenen aus dem Serum, liegen zwischen 0,447 und 9,96 pg/ml und der Mittelwert liegt bei 1,77 pg/ml.

5.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS 17.0. Für alle Tests wurde eine Signifikanzgrenze bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit ($p=0,05$) festgelegt.

Die Normalverteilung der drei Parameter TNF-alpha, IL-6 und CRP war nicht gegeben. Deshalb musste bei Zusammenhangshypothesen anstatt der Pearson-Korrelation die Korrelation nach Spearman als Ersatzverfahren verwendet werden.

Um Zusammenhänge interpretieren zu können wird folgende Darstellung von Bedeutung:

Tabelle 3: Abstufungen des Korrelationskoeffizienten bezüglich Zusammenhangsstärke

Wert	Interpretation
Bis 0,2	Sehr geringe Korrelation
Bis 0,5	Geringe Korrelation
Bis 0,7	Mittlere Korrelation
Bis 0,9	Hohe Korrelation
Über 0,9	Sehr hohe Korrelation

Quelle: Buhl, 2010, S.386

Bei Berechnungen von Unterschieden wurde aufgrund der nicht vorhandenen Normalverteilung der Parameter auf den Man Whitney U-Test sowie auf den Chi-Quadrat-Test bei nominal skalierten Variablen zurückgegriffen.

Tabelle 4: Auflistung der Parameter bezüglich Normalverteilung

Variable	Normalverteilt (lt. KS-Test)	Nicht normalverteilt (lt. KS-Test)
TNF-alpha		$p=0,000$
IL-6		$p=0,000$
CRP		$p= 0,000$
Körperliche Fitness: Shuttle Run (Meter)		$p= 0,044$
Körperliche Aktivität		$p=0,000$
BMI	$p=0,200$	
Altersgruppen		$p=0,000$

Bei den meisten Daten ist keine Normalverteilung laut KS-Test vorhanden. Ausnahme ist der BMI. Daher wird der Median statt des Mittelwerts als zentrales Lagemaß angegeben und der Range (Minimum-Maximum) als Maß für die Streuung.

Zusätzlich wurden Grafiken wie Streudiagramme oder Boxplots erstellt. Ein Boxplot ist eine beliebte Darstellungsform des Medians, des ersten und dritten Quartils, des kleinsten und größten Wertes sowie von Ausreißern und Extremwerten. Ausreißer sind Werte, die zwischen anderthalb und drei Boxlängen außerhalb der Box liegen und sind mit Kreisen gekennzeichnet. Extremwerte liegen über drei Boxenlängen außerhalb und sind mit Sternchen markiert. (Buhl, 2010)

6 Ergebnisdarstellung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus der empirischen Untersuchung dargestellt.

6.1 Studienbeteiligung

An der medizinischen Untersuchung dieser Studie haben sich insgesamt 211 Schüler/innen aus der Maroltingergasse beteiligt. Davon 101 Schüler/innen, welche die Regelschule besuchen, sowie 110 Schüler/innen die den Leistungssportzweig gewählt haben. Teilt man diese wiederum in Geschlecht auf, so ergibt sich Abbildung 10:

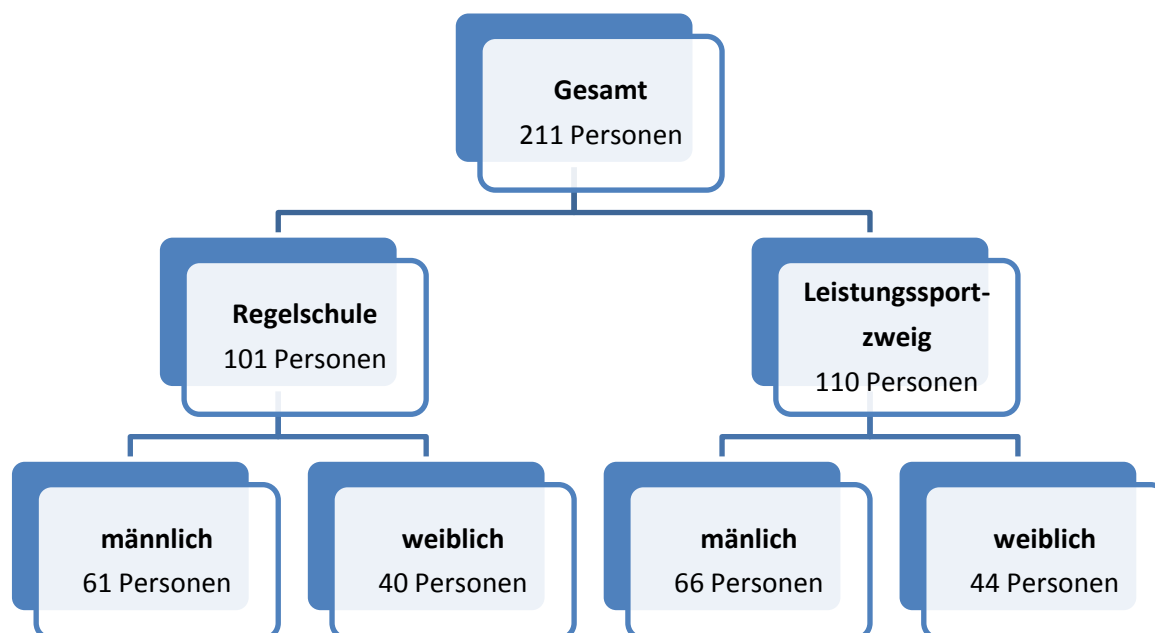


Abbildung 10: Studienbeteiligung nach Schultyp und Geschlecht

In beiden Schultypen ist eine vermehrte Anzahl an männlichen Personen zu verzeichnen. Um Vergleiche machen zu können, ist die Aufteilung des Geschlechts passend.

6.1.1 Alter und Geschlecht

Aufgrund der großen Bandbreite, wurde das Alter der Schüler/innen für die statistische Auswertung in vier Gruppen aufgegliedert. Die Studienteilnehmer/innen wurden in die Altersgruppen „U12“, „U14“, „U16“ und „U19“ eingeteilt. „U“ bedeutet „unter“, also fallen in die Gruppe U12 alle Schüler/innen die noch unter 12 Jahre sind.

Sind Studienteilnehmer/innen zwischen 12 und 14 Jahre, so wurden sie in die Kategorie U14 gegeben. All jene, die zwischen 14 und 16 Jahre alt sind gehören der Gruppe U16 an. In die Gruppe U19 fallen alle Schüler/innen die zwischen 16 und 19 Jahre alt sind.

Das Alter

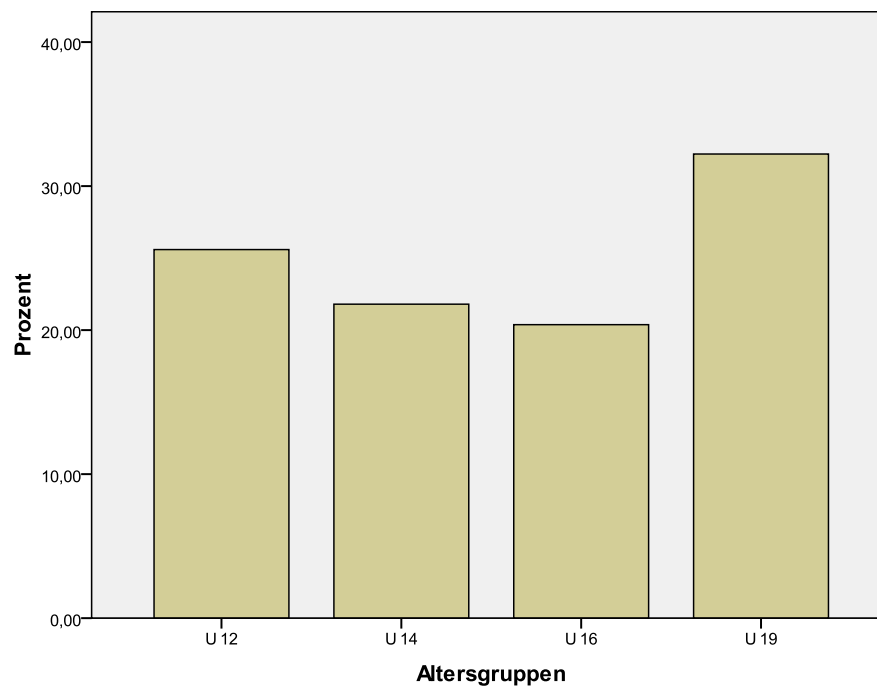


Abbildung 11: Aufteilung in Altersgruppen

In dieser Abbildung ist deutlich zu sehen, dass die meisten Schüler/innen, also 32,2 %, in der Altersgruppe U19 zu finden sind. Danach folgt die Gruppe U12, wo 25,6 % der Kinder vertreten sind. Mit 21,8 % Beteiligung liegen die Schüler/innen in der Gruppe U14 knapp vor der Altersgruppe U16 mit 20,4 %, was die Anzahl der Personen betrifft.

Das Geschlecht

Bezüglich Geschlechtsaufteilung bei dieser Studie ist folgendes Ergebnis zu verzeichnen.

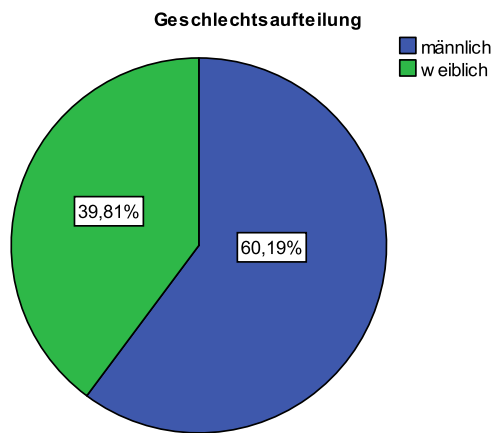


Abbildung 12: Aufteilung des Geschlechts

In dieser Studie nahmen mit 60,2 Prozent mehr männliche Probanden als Frauen teil. Diese sind mit 39,8 Prozent vertreten.

Geschlecht und Altersgruppe

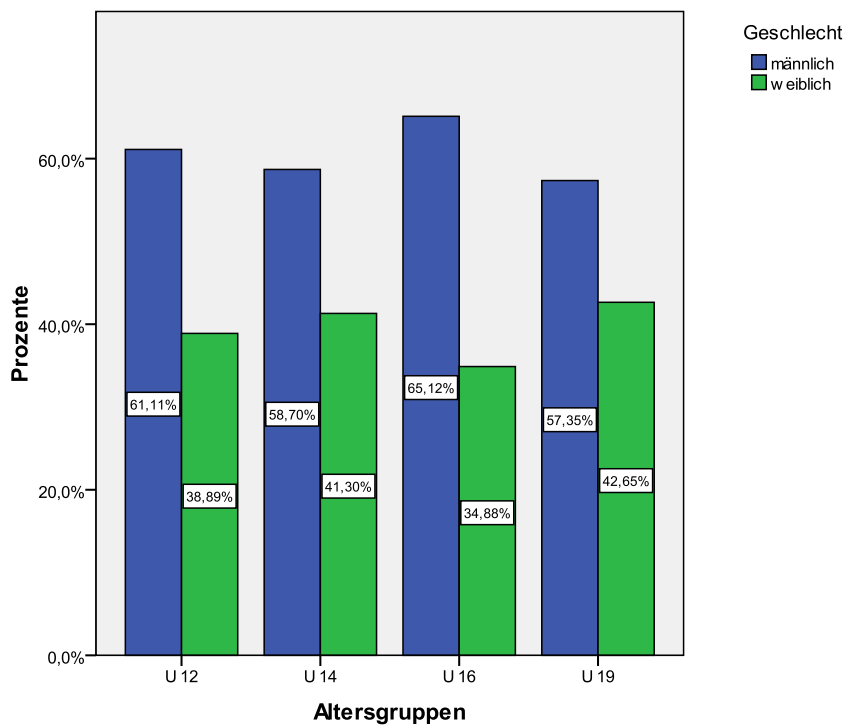


Abbildung 13: Aufteilung des Geschlechts in Altersgruppen

Geschlecht und Schultyp

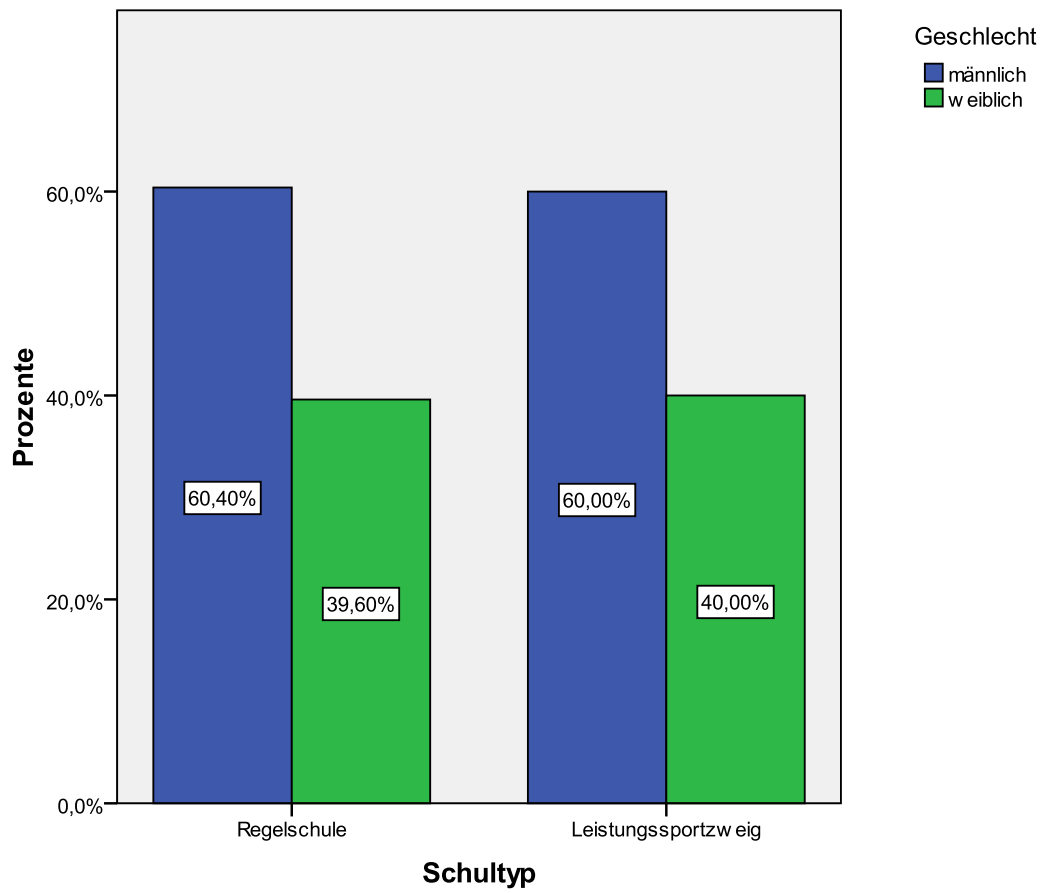


Abbildung 14: Aufteilung des Geschlechts nach Schultyp

6.1.2 Der Schultyp

Wie schon erwähnt, wurden in dieser Studie zwei Schultypen untersucht. Zum einen die Regelschule und zum anderen der Zweig Leistungssport aus der Partnerschule Maroltingergasse.

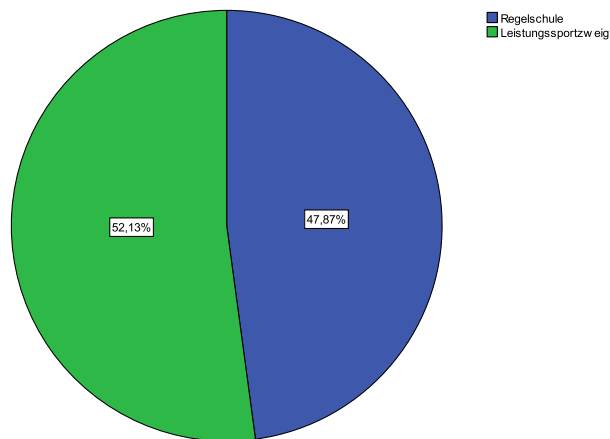


Abbildung 15: Aufteilung nach Schultyp

Es ist eine annähernd gleiche Probandenanzahl zwischen den beiden Schultypen, wie in Abbildung 15 zu erkennen, gegeben. Mit 52,1 %, das sind 110 Schüler/innen, liegt der Leistungssportzweig was die Anzahl der Studienteilnehmer/innen betrifft etwas vor der Regelschule, die 47,9 %, (101 Probanden) verzeichnen kann. Dies ist für weitere Vergleiche eine brauchbare Ausgangsposition.

Schultyp und Altersgruppe

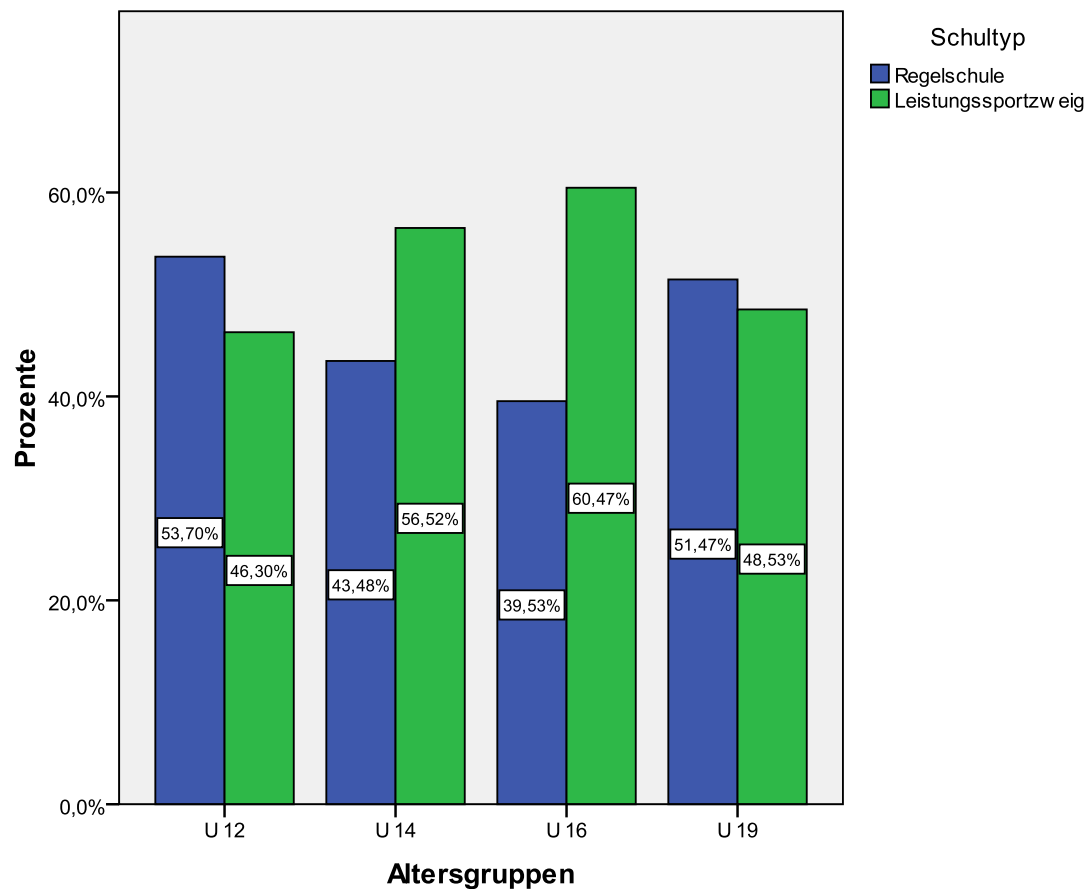


Abbildung 16: Schultyp und Altersgruppe

In dieser Abbildung ist zu sehen, dass in der Altersgruppe U 12 und U 19 mehr Schüler/innen in die Regelschule gehen. Im Gegensatz dazu dominieren in der Altersgruppe U 14 sowie U 16 die Schüler/innen des Leistungssportzweiges.

6.2 Auswertung der anthropometrische Daten

In diesem Kapitel werden die allgemeinen anthropometrischen Daten miteinander verglichen.

6.2.1 BMI und Alter

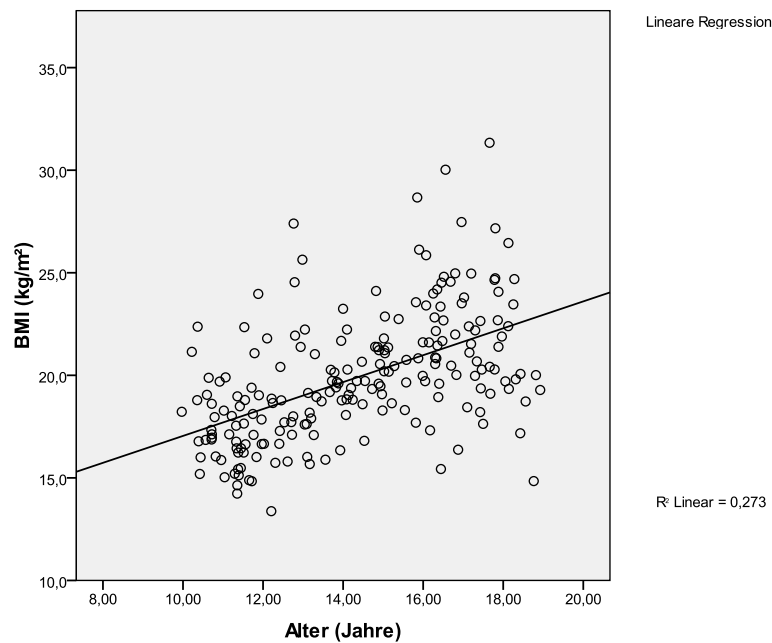


Abbildung 17: BMI und Alter

Es gibt einen positiven Zusammenhang ($p=0,000$) mit R^2 von 0,273 zwischen BMI und Alter.

6.2.2 BMI und Schultyp

Laut Mann-Whitney-U Test gibt es keinen signifikanten Unterschied ($p=0,435$) zwischen BMI und den Schultypen Regelschule und Leistungssportzweig. Da jedoch eine Korrelation zwischen Alter und BMI ersichtlich war, wird der Zusammenhang zwischen Schultyp und BMI getrennt nach Altersstufen untersucht. Laut Mann-Whitney-U Test gibt es keine Unterschiede hinsichtlich des BMI und den Schultypen in den verschiedenen Altersgruppen. ($p= >0,05$ in jeder Altersgruppe). Die Mediane sind in ähnlichen Bereichen angesiedelt. Dies ist in Tabelle 5 ersichtlich.

Tabelle 5: Vergleich von BMI und Schultyp

	N	Median (Range)	p-Wert
Regelschule			p=0,435
Gesamt	97	19,4 (14,2-30,0)	p=0,486
Altersgruppe U12	28	17,8 (14,2-24,0)	p=0,781
Altersgruppe U14	18	18,8 (15,7-27,4)	p=0,402
Altersgruppe U16	16	19,7 (18,3-28,7)	p=0,225
Altersgruppe U19	35	20,3 (14,8-30,0)	p=0,443
Leistungssportzweig			p=0,435
Gesamt	110	19,7 (13,4-31,3)	p=0,330
Altersgruppe U12	25	16,9 (14,8-19,9)	p=0,955
Altersgruppe U14	26	18,8 (13,4-23,2)	p=0,033
Altersgruppe U16	26	20,7 (16,8-26,1)	p=0,516
Altersgruppe U19	33	22,2 (19,3-31,3)	p=0,178

6.3 Auswertung der körperlichen Aktivität

Die körperliche Aktivität der Schüler/innen wurde zum einen mit Accelerometer und zum anderen durch den Aktivitätsfragebogen erhoben. Für diese Arbeit wurden die Antworten des Fragebogens zur Bestimmung der körperlichen Aktivität herangezogen.

Folgende Frage zur allgemeinen sportlichen Aktivität wird für die Auswertung herangezogen: An wie vielen Tagen einer normalen Woche bist du für mindestens 60 min am Tag körperlich aktiv? Zur Beantwortung dieser Frage gab es Antwortmöglichkeiten von 0 Tage bis 7 Tage zum ankreuzen.

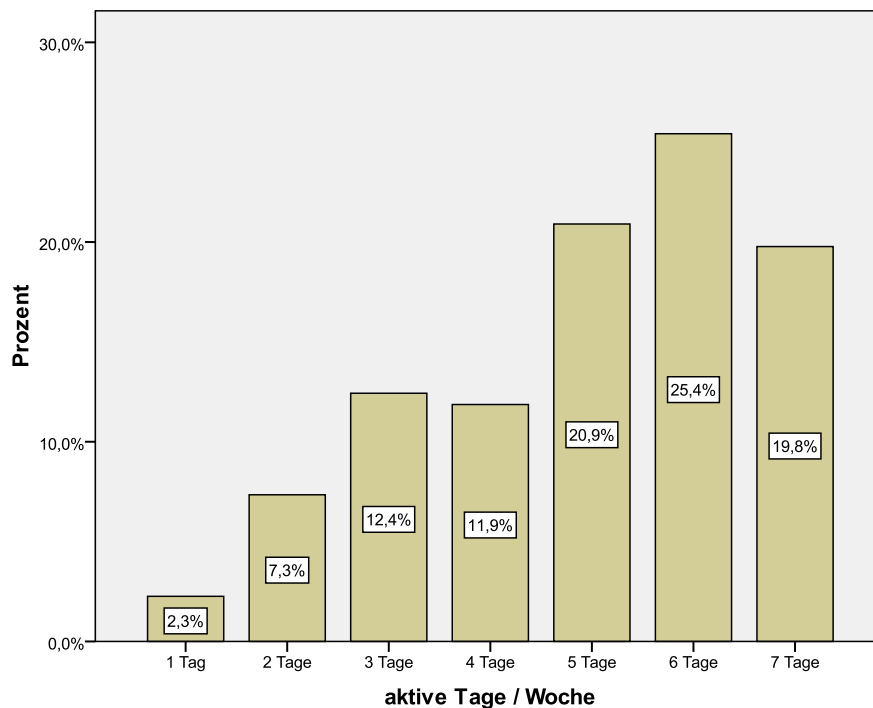


Abbildung 18: körperlich aktive Tage (mind. 60 min) pro Woche bezogen auf die gesamte Stichprobe

Wie man in Abbildung 18 schön erkennen kann, sind die meisten Kinder (25,4%) an 6 Tagen pro Woche körperlich aktiv. Jeweils um die 20 Prozent sind an 5 Tagen (20,9%) bzw. an 7 Tagen/Woche (19,8%) sportlich. Tage 3 und 4 liegen noch knapp über der 10%-Grenze und die Tage 1 und 2 liegen mit 2,3% und 7,3% unter dieser Grenze.

Der Median der körperlichen Aktivität liegt bei 5 Tagen/Woche. Als Minimum wurde 1 Tag angegeben und als Maximum 7 Tage/Woche.

Eine Richtlinie der American College of Sports Medicine (ACSM) besagt, dass Jugendliche und Erwachsene 3 bis 5 Einheit zu je 20 bis 60 Minuten pro Woche mit intensiven Belastungen körperlich aktiv sein sollen um gesundheitsfördernde Wirkungen zu erzielen. (Epstein et al., 2001)

In unserer Fragestellung geht die Intensität mit der sich die Kinder bewegen nicht heraus. Außerdem sind die Kinder in unserer Studie mindestens 60 Minuten aktiv. Knapp die Hälfte der Kinder (45,2 %) erfüllt den Sollwert von 2 bis 5 Tagen pro Woche. Ebenso viele Schüler/innen betreibt öfter die Woche Sport. 9,6 Prozent können das Soll an körperlicher Aktivität nicht erfüllen.

Tabelle 6: Körperliche Aktivität in Zusammenhang mit Altersgruppen und BMI

	Körperliche Aktivität	Altersgruppe	BMI
Körperliche Aktivität	r= 1,000	r= 0,092 (p=0,222) N=177	r= 0,141 (p=0,061) N=177
Altersgruppe	r= 0,092 (p=0,222) N=177	r= 1,000	r= 0,573 (p=0,000) N=207
BMI	r= 0,141 (p=0,061) N=177	r= 0,573 (p=0,000) N=207	r= 1,000

Wie in Tabelle 6 dargestellt ist, gibt es keine Korrelation der körperlichen Aktivität mit der Altersgruppe ($p=0,222$) und dem BMI ($p=0,061$). Ein signifikanter Unterschied zwischen der körperlichen Aktivität und dem Geschlecht ist laut Chi-Quadrat Test ($p=0,062$) nicht gegeben. Es konnte ein signifikanter Unterschied ($p=0,000$) zwischen der körperlichen Aktivität und dem Schultyp gefunden werden.

Körperliche Aktivität in Aufteilung der Schultypen

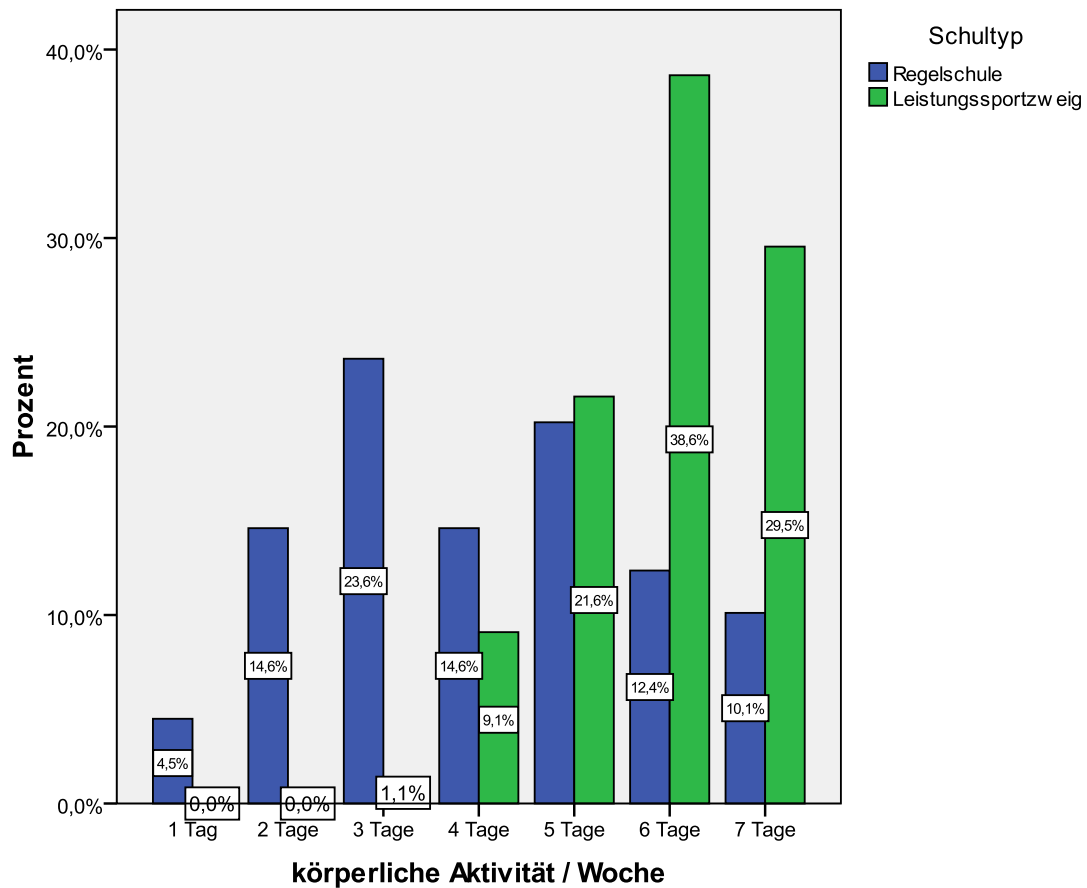


Abbildung 19: Aufteilung der körperlichen Aktivität/Woche nach Schultyp

Laut Chi-Quadrat Test gibt es einen signifikanten Unterschied ($p=0,000$) zwischen körperlicher Aktivität und den Schultypen. Vergleicht man die beiden Schulzweige hinsichtlich des Medians, so ist bei der Regelschule ($n=89$) ein Median von 4 Tagen zu verzeichnen (Range: 1-7) und im Leistungssportzweig ($n=88$) findet man einen Median von 6 Tagen vor (Range: 3-7).

Teilt man die körperliche Aktivität /Woche in die beiden Schultypen zeigt sich in Abbildung 20 deutlich, dass Schüler/innen die den Leistungssportzweig besuchen, mindestens 4 Tage/Woche sportlich aktiv sind. 38,6 % dieser Kinder betreiben 6-mal pro Woche Bewegung für mindestens 60 min pro Tag. Im Gegensatz dazu, betreiben 23,6 % der Schüler/innen welche die Regelschule besuchen 3-mal pro Woche Sport. Die körperliche Aktivität der Kinder dieses Schulzweiges ist unterschiedlich ausgeprägt an allen Tagen

vorzufinden. Keiner der Schüler/innen, weder von der Regelschule noch vom Leistungssportzweig ist 0 Tage pro Woche (mind. 60 min. / Tag) körperlich aktiv.

Körperliche Aktivität in Aufteilung des Geschlechts und Schultyp

Im Leistungssportzweig konnte kein signifikanter Unterschied ($p=0,191$) zwischen dem Geschlecht und der körperlichen Aktivität gefunden werden.

Laut Chi-Quadrat Test ($p=0,019$) gibt es in der Regelschule einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern bezogen auf die körperliche Aktivität.

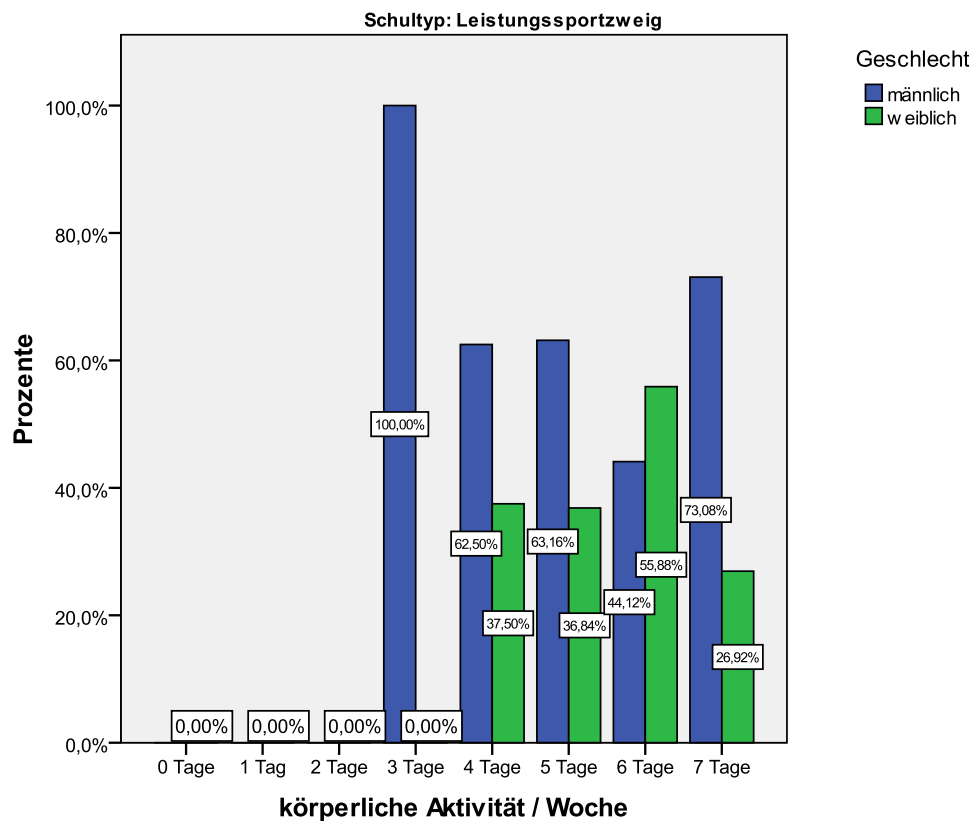


Abbildung 20: körperliche Aktivität nach Geschlecht im Leistungssportzweig

In Abbildung 20 ist deutlich zu sehen, dass die Mädchen in der Kategorie „6 Tage / Woche“ dominieren.

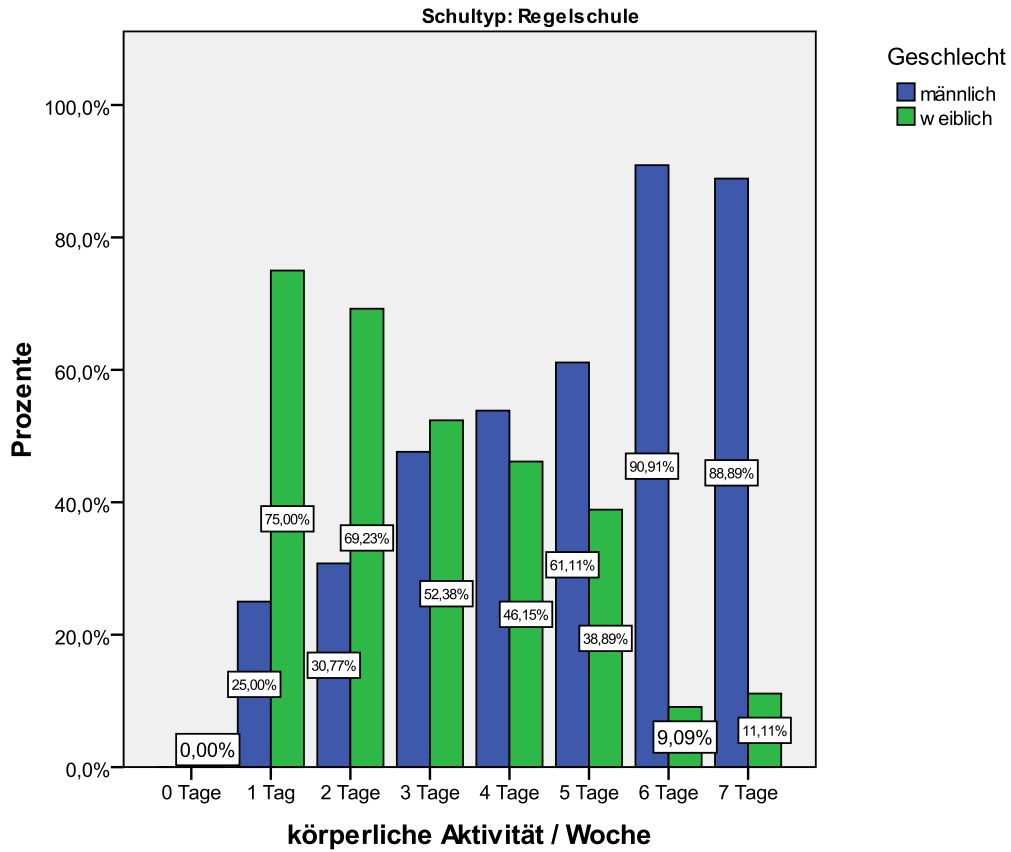


Abbildung 21: körperliche Aktivität nach Geschlecht in der Regelschule

Abbildung 21 zeigt, dass die körperlich aktiven Tage 1 bis 3 von den weiblichen Schülern dominiert werden. 4 bis 7 Tage pro Woche sind die männlichen Schüler aktiver als die Mädchen. Der Unterschied in den Tagen 6 und 7 ist zwischen den Geschlechtern besonders groß.

6.4 Auswertung der körperlichen Fitness

Die körperliche Fitness der Probanden wurde über die Ausdauerleistungsfähigkeit bestimmt. Diese wurde mittels Multistage-Shuttle-Run getestet. Es wurde eine 20 Meter lange Strecke markiert, wo die Kinder immer wieder hin und zurück laufen, bis sie dem Tempo nicht mehr folgen können. Ein Signalton, mit einer Startgeschwindigkeit von 8,5 km/h wird jede Minute um 0,5 km/h erhöht und gibt somit das Tempo vor. Können die Schüler/innen zwei hintereinander folgende 20 Meter nicht im vorgegebenen Tempo halten, so wird der Test für diese Person abgebrochen und die zurückgelegte Strecke notiert. Diese gemessene Strecke wird in sogenannte Levels unterteilt, die man in Tabelle 7 ablesen kann.

Tabelle 7: Auflistung Shuttle Run in Levels und km/h

Level	Meter	kmh/
2	0 bis140	8,5
3	141 - 300	9
4	301 - 460	9,5
5	461 - 640	10
6	641 - 820	10,5
7	821 - 1020	11
8	1021 - 1220	11,5
9	1221 - 1440	12
10	1441 - 1660	12,5
11	1661 - 1880	13
12	1881 - 2120	13,5
13	2121 -2360	14
14	2361 -2620	14,5
15	2621 -2880	15

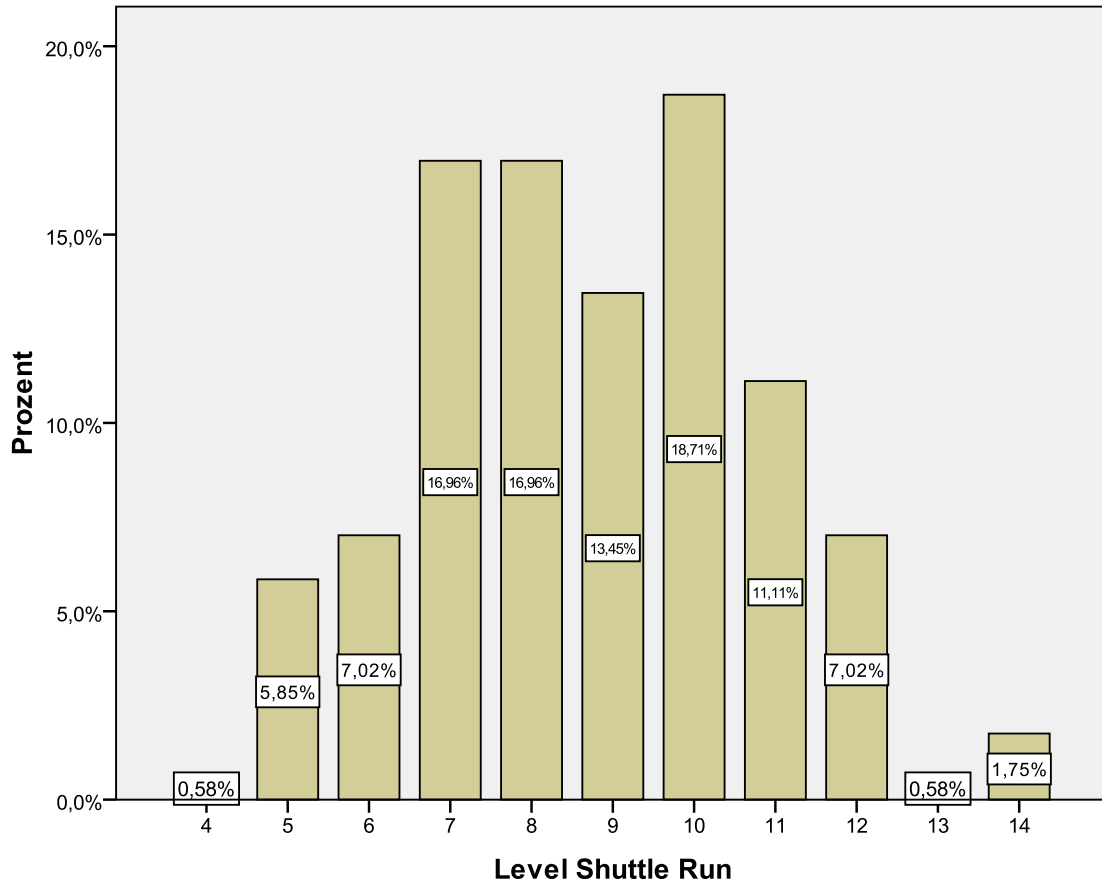


Abbildung 22: Häufigkeitsdarstellung der Levels vom Shuttle Run

Beim Shuttle Run haben 171 von insgesamt 211 Kindern und Jugendlichen teilgenommen. Die meisten Probanden liegen im Level 10, das heißt, sie haben zwischen 1441 und 1660 Meter geschafft. Annähernd gleich viele Schüler/innen bewegen sich mit ihrer absolvierten Laufdistanz im Level 7 und 8. Die Bereiche schwanken zwischen dem Level 4 und gehen hoch bis zum Level 14.

Der Median, (Range) ist mit 9, (4-14) zu verzeichnen.

Tabelle 8: Körperliche Fitness in Zusammenhang mit der Altersgruppen

	Körperliche Fitness	Altersgruppe
Körperliche Fitness	r= 1,000	r= 0,358 (p=0,000) N=171
Altersgruppe	r= 0,358 (p=0,000) N=171	r= 1,000

Ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Fitness und den Altersgruppen ($p=0,000$) konnte gefunden werden. Ein Unterschied zwischen den Geschlechtern ist laut Chi Quadrat Test ($p=0,000$) gegeben.

Laut Chi-Quadrat Test ($p=0,002$) konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der körperlichen Fitness je nach Schultyp gefunden werden.

Körperliche Fitness und Geschlecht

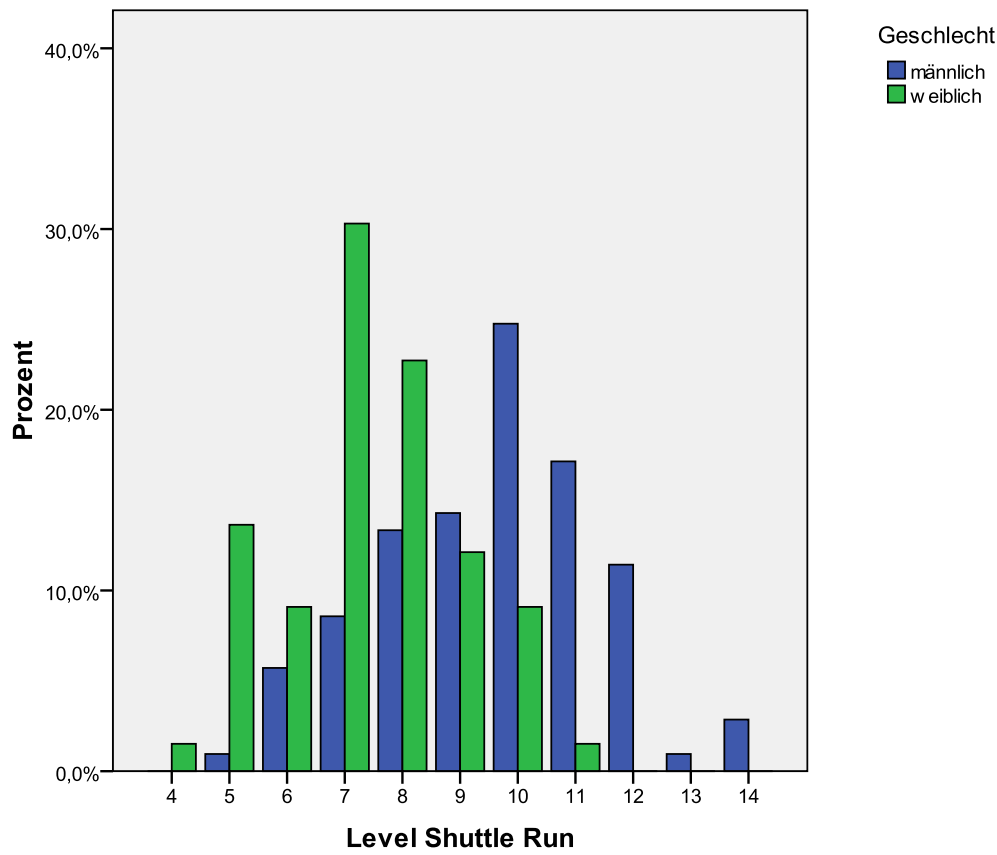


Abbildung 23: Körperliche Fitness und Geschlecht

Laut Chi-Quadrat Test gibt es einen signifikanten Unterschied ($p=0,000$) zwischen der körperlichen Fitness und dem Geschlecht.

Bei den männlichen Teilnehmern ($n=105$) ist der Median mit Level 10 zu verzeichnen. Das Minimum liegt bei Level 5 und das Maximum bei Level 14. Bei den Mädchen ($n=66$) liegt der Median bei Level 7. Ein Minimum von Level 4 und ein Maximum von Level 11 sind gegeben.

Sieht man sich die Abbildung 23 aufgeteilt nach dem Geschlecht an, so ist zu erkennen, dass die meisten Mädchen (30,3%) das Level 7 beim Shuttle Run geschafft haben. Die Bandbreite der geschafften Meter zieht sich bei den Mädchen von Level 4 bis Level 11 mit jeweils 1,5 Prozent. Die Burschen hingegen liegen mit 24,8% in Level 10 an erster Stelle. Einige schafften Distanzen zwischen 2361 und 2620 Metern und sind somit in Level 14 erfasst worden.

Körperliche Fitness und Schultyp

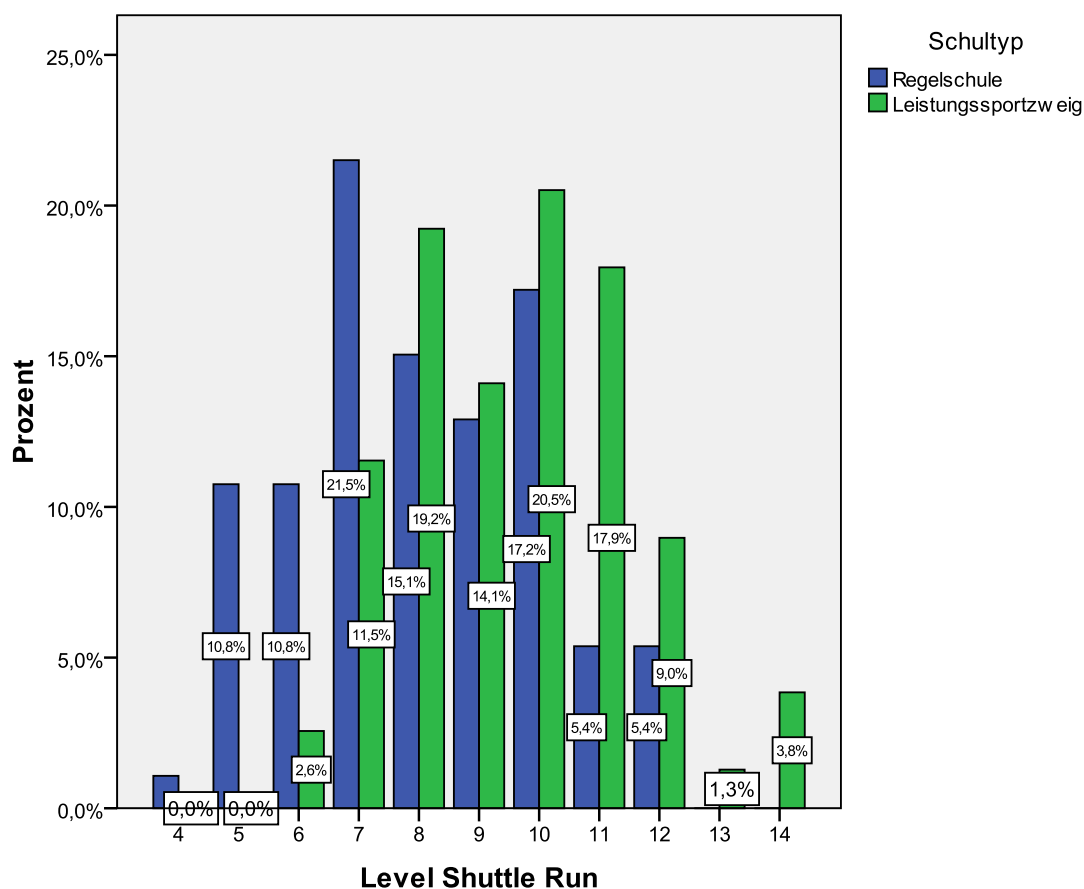


Abbildung 24: Körperliche Fitness und Schultyp

Mit einem Signifikanzniveau von ($p=0,002$) gibt es laut Chi-Quadrat Test einen signifikanten Unterschied zwischen der körperlichen Fitness und dem Schultypen. Ein signifikanter Zusammenhang ($p=0,000$) zwischen Burschen und der körperlichen Fitness bezüglich des Schultypen ist gegeben. Hier beträgt der Korrelationskoeffizient 0,369. Bei der signifikanten Korrelation zwischen Mädchen und körperlicher Fitness ($p=0,000$) bezüglich Schultyp beträgt der Korrelationskoeffizient 0,498.

Dies ist ebenfalls in Abbildung 24 zu erkennen, da die Probanden der Regelschule das untere Feld der Shuttle-Run-Levels dominieren und die Schüler/innen des Leistungssportzweiges zwischen Level 6 und Level 14 liegen. Keiner der Teilnehmer/innen aus der Regelschule ist in Level 13 und 14 vorzufinden. Der Median in der Regelschule liegt bei Level 8 (4-12) und im Leistungssportzweig ist der Median 10 (6-14).

Teilt man die Schultypen zusätzlich in Geschlecht auf, so ist zu erkennen, dass die meisten Mädchen der Regelschule mit 37,8% in Level 7 vorzufinden sind, dicht gefolgt von Level 5 mit 24,3%. Im Leistungssportzweig sind 34,5 % der Mädchen beim Shuttle-Run in Stufe 8 gelaufen. Jeweils 20,7% erreichten Level 7 oder Level 9.

Bei den Burschen in der Regelschule sind 25 % in Level 10 und 17,9% in Level 9 vorzufinden. Im Gegensatz dazu erreichten die männlichen Teilnehmer des Leistungssportzweiges mit 26,5 % das Level 11 und 24,5% Level 10.

Es ist also zu erkennen, dass diejenigen, die den Leistungssportzweig besuchen eine höhere körperliche Fitness aufweisen als jene, die die Regelschule besuchen.

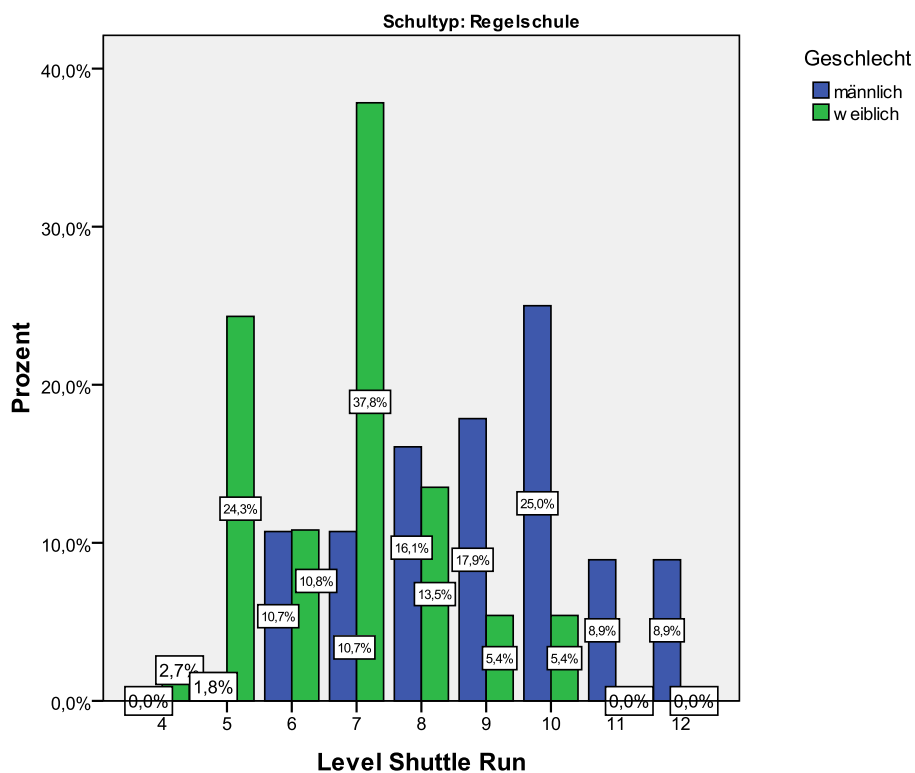


Abbildung 25: Körperliche Fitness der Regelschule aufgeteilt in Geschlecht

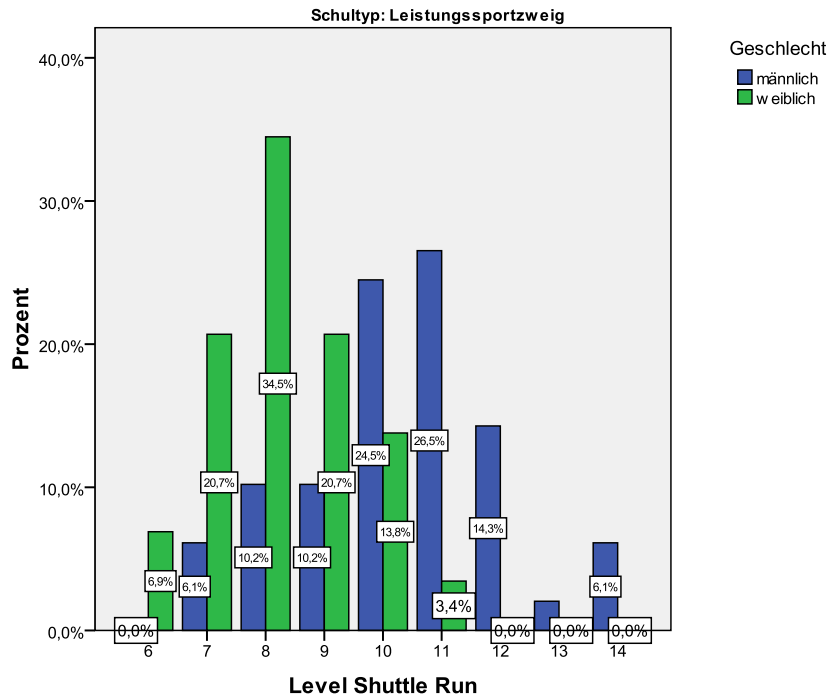


Abbildung 26: Körperliche Fitness des Leistungssportzweiges aufgeteilt in Geschlecht

Körperliche Fitness und Alter

Eine Korrelation zwischen der körperlichen Fitness und dem Alter ist laut Spearman Test ($p=0,000$) gegeben.

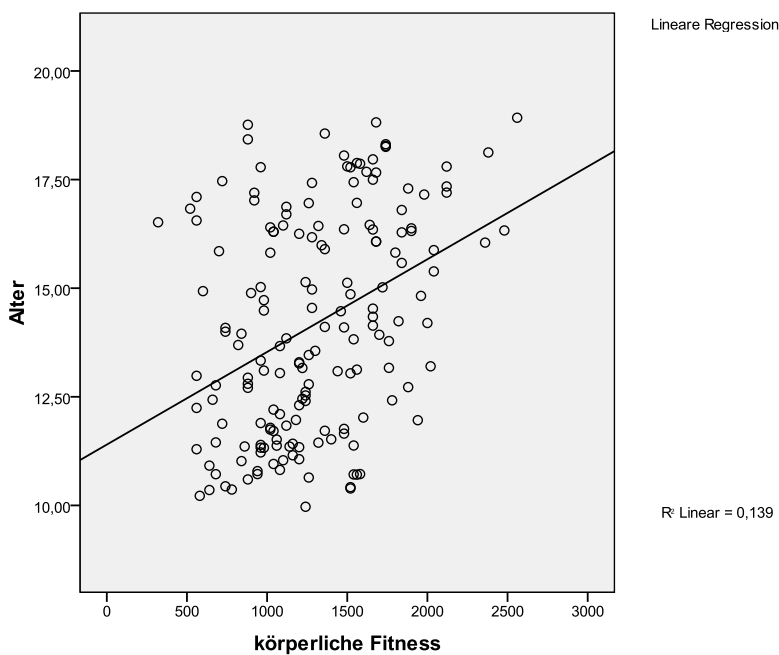


Abbildung 27: Zusammenhang körperlichen Fitness und dem Alter

In der Altersgruppe U12 ist der Median 8 und Range (5-12), ebenso in der Altersgruppe U12 ist der Median 8 (5-12). In der Altersgruppe U16 ist ein Median von 10 (5-12) vorzufinden. In der Altersgruppe U19 beträgt der Median 10 (4-14).

6.5 Auswertung der Inflammationsparameter

Ziel dieser Studie ist, herauszufinden ob es einen Zusammenhang zwischen den Inflammationsmarker (IL-6, TNF-alpha und CRP) und der körperlichen Aktivität von 10-19 jährigen Kindern und Jugendlichen gibt. Weiters wollen wir untersuchen, ob es Unterschiede zwischen den Parametern und Alter, Geschlecht und Schultyp gibt. Auch den Body-Mass-Index wollen wir in Zusammenhang mit Interleukin-6, TNF-alpha und CRP prüfen.

Zuvor werden die einzelnen Inflammationsparameter untereinander auf Korrelationen untersucht.

6.5.1 Korrelationen der Inflammationsmarker untereinander

Zu Beginn sind in Tabelle 9 die statistischen Werte wie die Gesamtzahl, aufgrund keiner gegebenen Normalverteilung der Median und die Range (Minimum – Maximum) der einzelnen Inflammationsparameter aufgelistet.

Ein signifikant negativer Zusammenhang ($p=0,000$) ist nur zwischen Interleukin 6 und CRP gegeben. Dieser ist mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,429 bzw. mit einem R^2 von 0,255 als geringe Zusammenhangsstärke definiert. Zwischen Interleukin-6 und TNF-alpha sowie zwischen CRP und TNF-alpha sind keine Korrelationen zu finden,

Tabelle 9: Stichprobenzahl, Median und Range der Inflammationsparameter

Parameter	N	Mittelwert, (Range)
TNF-alpha	209 (von 211)	1,86 (0,07-21,46)
IL-6	208 (von 211)	0,60 (0,02-8,16)
CRP	208 (von 211)	0,40 (0,10-7,70)

Tabelle 10: Korrelationen der Inflammationsparameter untereinander

	TNF-Alpha (pg/ml)	IL-6 (pg/ml)	CRP (µg/ml)
TNF-Alpha (pg/ml)	r = 1,000	r = -0,009 (p=0,900)	r = -0,84 (p=0,227)
IL-6 (pg/ml)	r = -0,009 (p=0,900)	r = 1,000	r = 0,429 (p=0,000)
CRP (µg/ml)	r = -0,84 (p=0,227)	r = 0,429 (p=0,000)	r = 1,000

6.5.2 Inflammationsparameter und Alter

Es besteht ein signifikant negativer Zusammenhang (p=0,000) zwischen dem Alter und TNF-alpha. Ein Korrelationskoeffizient von -0,392 ist gegeben. Zwischen dem Interleukin-6 und dem Alter besteht ein signifikant positiver Zusammenhang (p=0,000). Hier beträgt der Korrelationskoeffizient 0,242. Weiters ist ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen dem CRP und dem Alter (p=0,000) mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,228 gegeben.

TNF- alpha und Alter

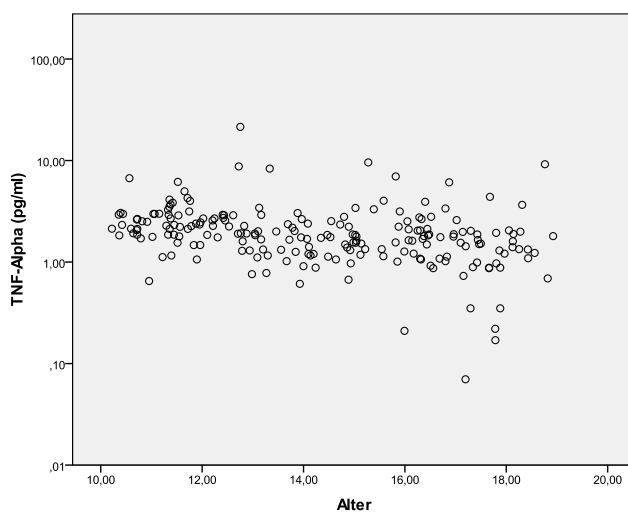


Abbildung 28: Streudiagramm TNF-alpha und Alter

IL-6 und Alter

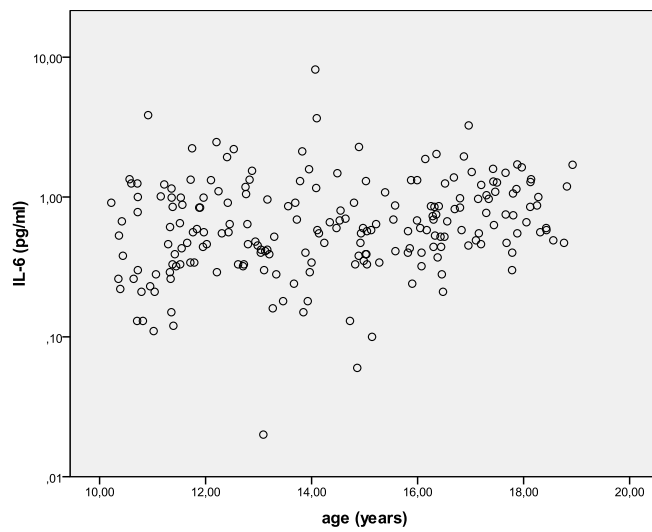


Abbildung 29: Streudiagramm IL-6 und Alter

CRP und Alter

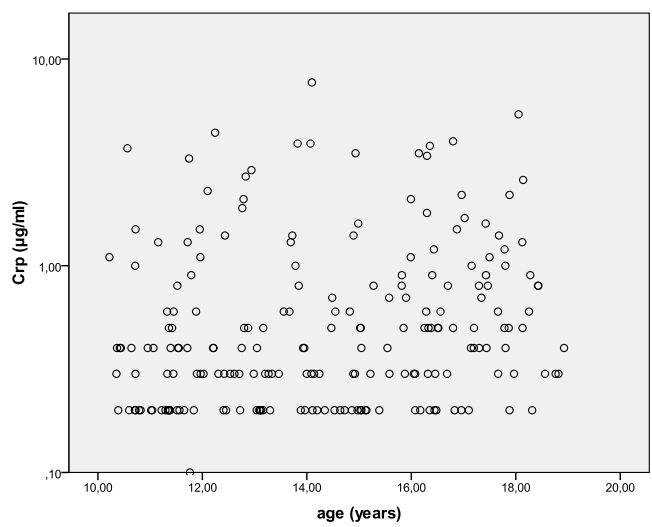


Abbildung 30: Streudiagramm CRP und Alter

6.5.3 Inflammationsparameter und Geschlecht

Es gibt keine signifikanten Unterschiede der einzelnen Parameter hinsichtlich des Geschlechts. Dies wird durch die asymptotische Signifikanz von $p=0,323$ bei TNF-alpha, $p=0,957$ bei IL-6 und $p=0,784$ bestätigt. Bei der Betrachtung der Mediane in Tabelle 10 ist dies ebenfalls ersichtlich, da es keine großen Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden gibt.

TNF-alpha und Geschlecht

Tabelle 11: Deskriptive Statistik von TNF-alpha und Geschlecht

TNF-alpha		
	Männlich	weiblich
N	125	84
Median	1,87	1,77
Range (Min-Max)	0,21-21,46	0,07-9,58
p-Wert	0,323	

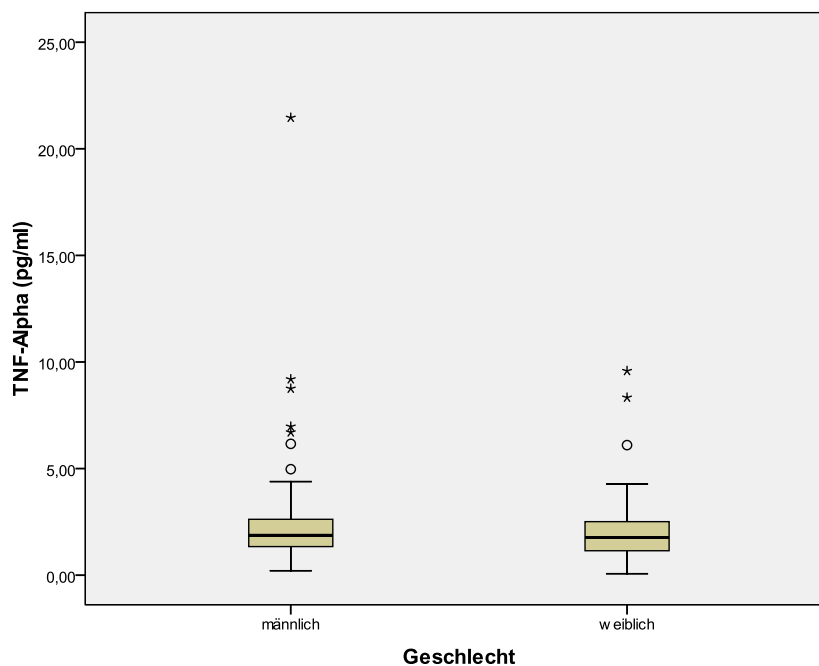


Abbildung 31: Boxplot TNF-alpha und Geschlecht

In Abbildung 31 sind nochmals die Mediane grafisch dargestellt. Hier sieht man ebenfalls, dass sich das TNF alpha zwischen männlich und weiblich kaum unterscheidet. Ein Extremwert bei den männlichen Probanden ist dabei.

IL-6 und Geschlecht

Tabelle 12: Deskriptive Statistik von IL-6 und Geschlecht

IL-6		
	Männlich	weiblich
N	124	84
Median	0,61	0,58
Range (Min-Max)	0,02-3,66	0,11-8,16
p-Wert	0,957	

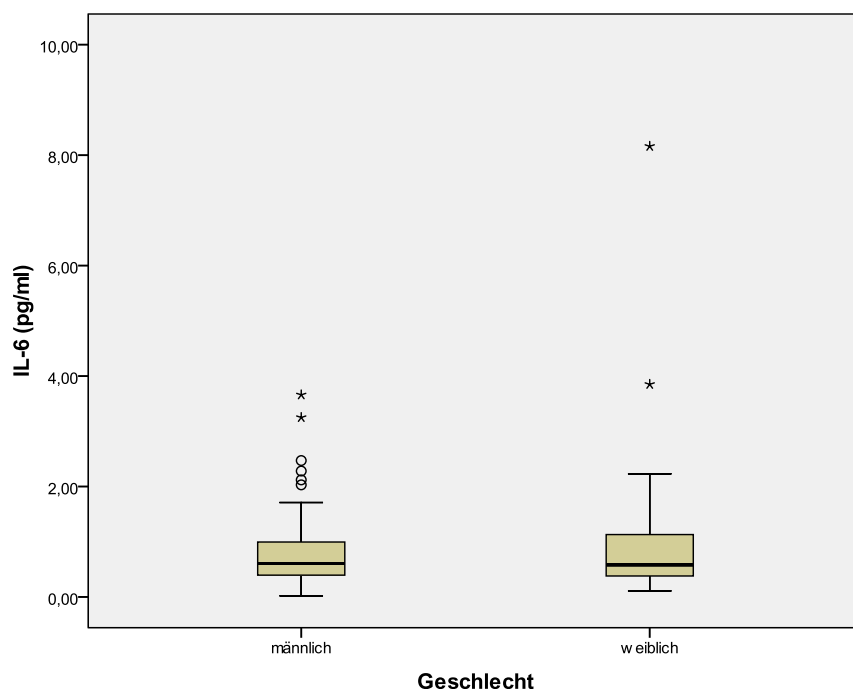


Abbildung 32: Boxplot: IL-6 und Geschlecht

Auch hier in Abbildung 32 ist zu erkennen, dass sich die beiden Mediane kaum voneinander unterscheiden. Hier ist ein Extremwert bei den Mädchen vorzufinden.

CRP und Geschlecht

Tabelle 13: Deskriptive Statistik von CRP und Geschlecht

CRP		
	Männlich	weiblich
N	125	83
Median	0,40	0,40
Range (Min-Max)	0,10-7,70	0,20-5,40
p-Wert	0,784	

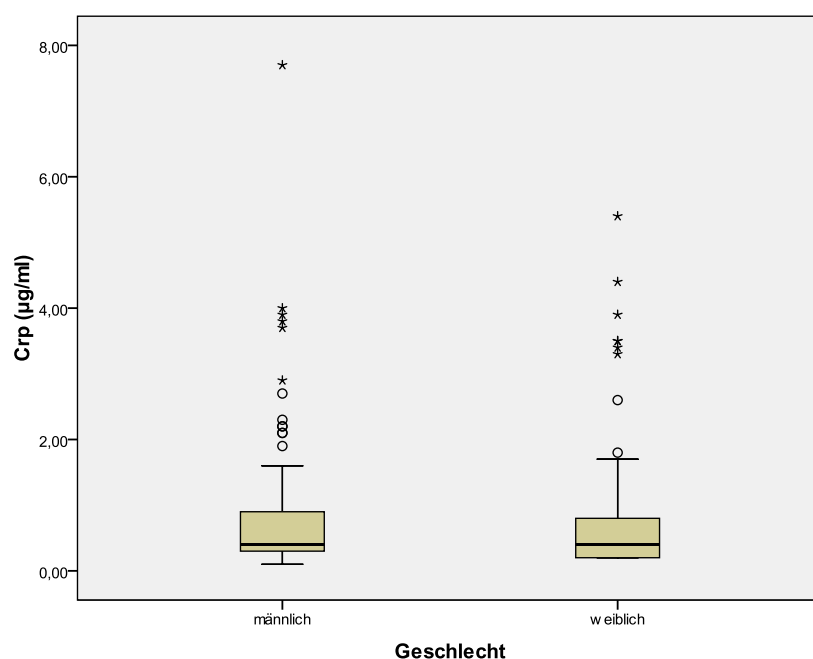


Abbildung 33: Boxplot: CRP und Geschlecht

Die beiden Mediane in Abbildung 33 zeigen wieder deutlich, dass sie gleich sind. Dieses mal gibt es hinsichtlich der männlichen und weiblichen Probanden mehr Ausreißer und bei den männlichen einen erhöhten Extremwert.

Inflammationsparameter und Geschlecht in Unterteilung der Altersgruppen

Tabelle 14: Vergleich von TNF- α , IL-6, CRP und Geschlecht hinsichtlich der Altersgruppen

		Geschlecht		U-Test (Signifikanz)
		männlich	weiblich	
TNF-alpha	Altersgruppe	Median, (Range) N		
	Gesamt	Median = 1,87, (0,21-21,46) n=125	Median = 1,77, (0,07-9,58) n= 84	0,323
	U12	Median=2,43, (1,16-6,70) n= 32	Median=2,26, (0,65-4,27) n= 21	0,226
	U14	Median= 1,92, (0,61-21,46) n= 27	Median=2,00, (0,76-8,33) n= 19	0,867
	U16	Median= 1,54, (0,21-6,97) n= 28	Median=1,69, (0,67-9,58) n= 15	0,750
	U19	Median=1,71, (0,22-9,19) n= 38	Median=1,55, (0,07-6,10) n= 29	0,429
IL-6	Gesamt	Median = 0,61, (0,02-3,66) n= 124	Median= 0,58, (0,11-8,16) n= 84	0,957
	U12	Median=0,56, (0,12-1,34) n= 31	Median=0,38, (0,11-3,85) n= 21	0,702
	U14	Median=0,6, (0,02-2,47) n= 27	Median=0,42, (0,18-2,20) n= 19	0,422
	U16	Median=0,58, (0,06-3,66) n= 27	Median=0,58, (0,24-8,16) n= 15	0,733
	U19	Median=0,84, (0,21-3,25) n= 39	Median=0,75, (0,40-1,95) n= 29	0,515
CRP	Gesamt	Median= 0,40, (0,10-7,70f) n= 125	Median= 0,40, (0,20-5,40) n= 83	0,754
	U12	Median=0,40, (0,10-3,70) n= 32	Median=0,30, (0,20-3,30) n= 20	0,383
	U14	Median=0,40, (0,20-3,90) n= 27	Median=0,30, (0,20-4,40) n= 19	0,296
	U16	Median=0,40, (0,20-7,70) n= 27	Median=0,30, (0,20-3,90) n= 15	0,936
	U19	Median=0,50, (0,21-3,25) n= 39	Median=0,80, (0,20-5,40) n= 29	0,231

Unterteilt man die Inflammationsparameter nach Geschlecht und Altersgruppen, sind auch hier keine Unterschiede vorzufinden, da alle $p > 0,05$ sind.

6.5.4 Inflammationsparameter und Schultyp

Auch hinsichtlich des Schultyps konnten keine signifikanten Unterschiede der einzelnen Parameter gefunden werden. Dies wird wieder durch die asymptotische Signifikanz von $p = 0,228$ bei TNF-alpha, $p = 0,945$ bei IL-6 und $p = 0,210$ bei CRP bestätigt.

Tabelle 15: Auflistung der Mediane der Inflammationsparameter in Unterteilung des Schultyps

	Regelschule Mediane (Range)	Leistungssportzweig Mediane (Range)	p-Wert
TNF-alpha	1,86 (0,07-9,19)	1,86 (0,21-21,46)	0,228
IL-6	0,60 (0,02-3,85)	0,06 (0,10-8,16)	0,945
CRP	0,40 (0,20-7,70)	0,40 (0,10-4,00)	0,210

TNF-alpha und Schultyp

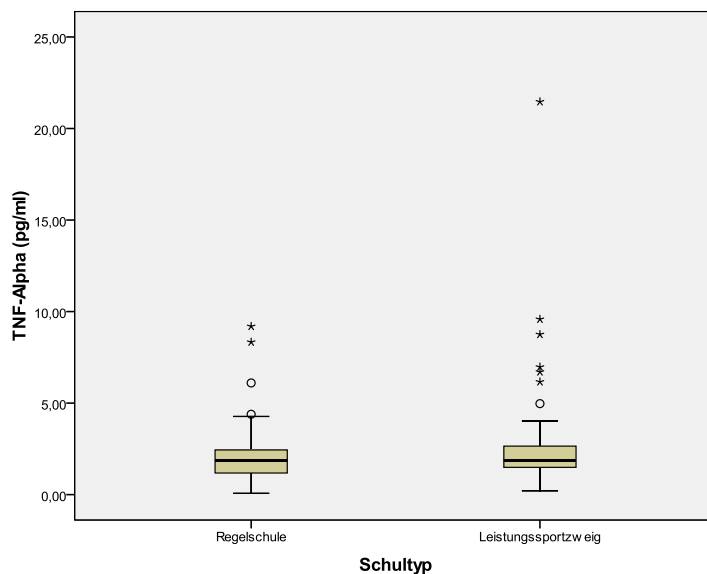


Abbildung 34: Boxplot: TNF-alpha und Schultyp

IL-6 und Schultyp

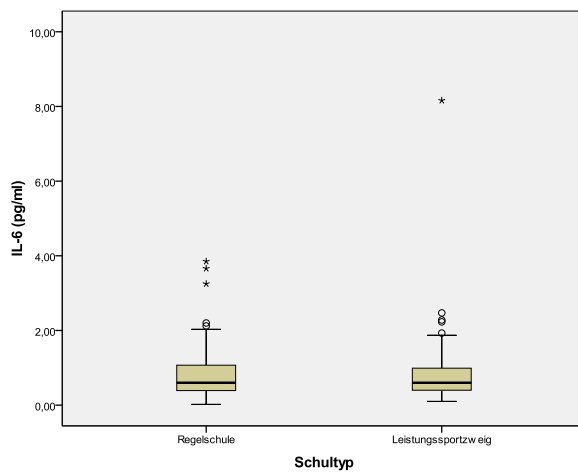


Abbildung 35: Boxplot: IL-6 und Schultyp

CRP und Schultyp

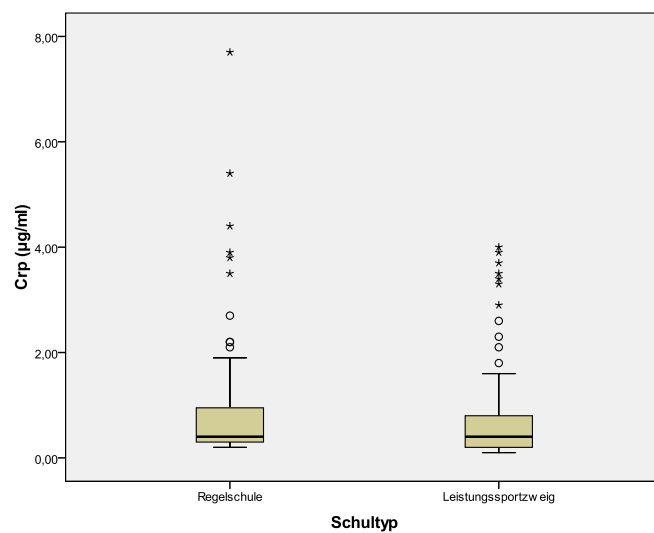


Abbildung 36: Boxplot: CRP und Schultyp

Die grafischen Darstellungen in Abbildung 34, Abbildung 35 und Abbildung 36 zeigen die Mediane der Inflammationsparameter aufgeteilt in Regelschule und Leistungssportzweig nochmals auf. Vor allem beim Parameter CRP zeigen sich wieder einige Ausreißer und Extremwerte.

Tabelle 16: Vergleich von TNF- α , IL-6, CRP und Schultyp hinsichtlich der Altersgruppen

		Schultyp: Mittelwert, (Range) N		
TNF-alpha	Altersgruppe	Regelschule	Leistungs- zweig	U-Test (Signifikanz)
	U12	Median=2,39, (0,65-4,27) n= 29	Median=2,27, (1,47-6,70) n= 24	0,837
	U14	Median= 1,92, (0,76-8,33) n= 20	Median=2,09, (0,61-21,46) n= 26	0,346
	U16	Median= 1,34, (0,88-3,41) n= 17	Median=1,66, (0,21-9,58) n= 26	0,115
	U19	Median=1,41, (0,07-9,19) n= 34	Median=1,76, (0,69-3,29) n= 33	0,267
IL-6				
	U12	Median=0, 45, (0,12-3,85) n= 28	Median=0,56,(0,11- 2,23) n= 24	0,840
	U14	Median=0,51, (0,02-2,20) n= 20	Median=0,47, (0,18-2,47) n= 26	0,690
	U16	Median=0,60, (0,06-3,66) n= 16	Median=0,57,(0,10- 8,16) n= 26	0,543
	U19	Median=0,67, (0,30-3,25) n= 35	Median=0,84, (0,21-1,87) n= 33	0,792
CRP				
	U12	Median=0,40, (0,20-1,50) n= 28	Median=0,25, (1,10-3,70) n= 24	0,369
	U14	Median=0,45, (0,20-4,40) n= 20	Median=0,30, (0,20-2,90) n= 26	0,091
	U16	Median=0,30, (0,20-7,70) n= 17	Median=0,40, (0,20-3,90) n= 25	0,382
	U19	Median=0,60, (0,20-5,40) n= 35	Median=0,50, (0,20-4,00) n= 33	0,415

Unterteilt man die Inflammationsparameter nach Schultyp und Altersgruppen, sind auch hier keine Unterschiede vorzufinden, da alle $p > 0,05$ sind.

6.5.5 Inflammationsparameter und BMI

TNF-alpha und BMI

Mit Hilfe des Spearman-Tests wurde festgestellt, dass zwischen dem Entzündungsmarker TNF-alpha und BMI ein signifikanter Zusammenhang ($p=0,000$) gegeben ist. Dieser ist mit einem Korrelationskoeffizienten von $-0,310$ versehen. Dies ist in Abbildung 23 ebenfalls zu sehen.

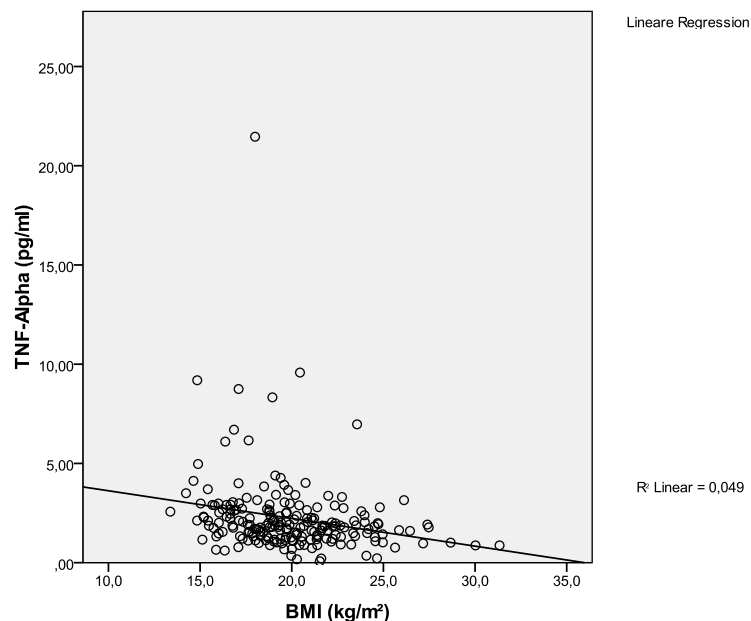


Abbildung 37: Korrelation zwischen TNF-alpha und BMI

Teilt man die Probanden in die jeweiligen Schultypen auf, so ergibt sich nach Berechnung der Korrelation (Spearman) eine Signifikanz von $p=0,001$. Der Korrelationskoeffizient in der Regelschule zeigt einen negativen Zusammenhang von $-0,325$. In der Leistungssportschule ist ein negativer Korrelationskoeffizient von $-0,306$ berechnet worden. In Abbildung 24 und 25 sind die Korrelationen der einzelnen Schultypen mit dem TNF-alpha grafisch dargestellt.

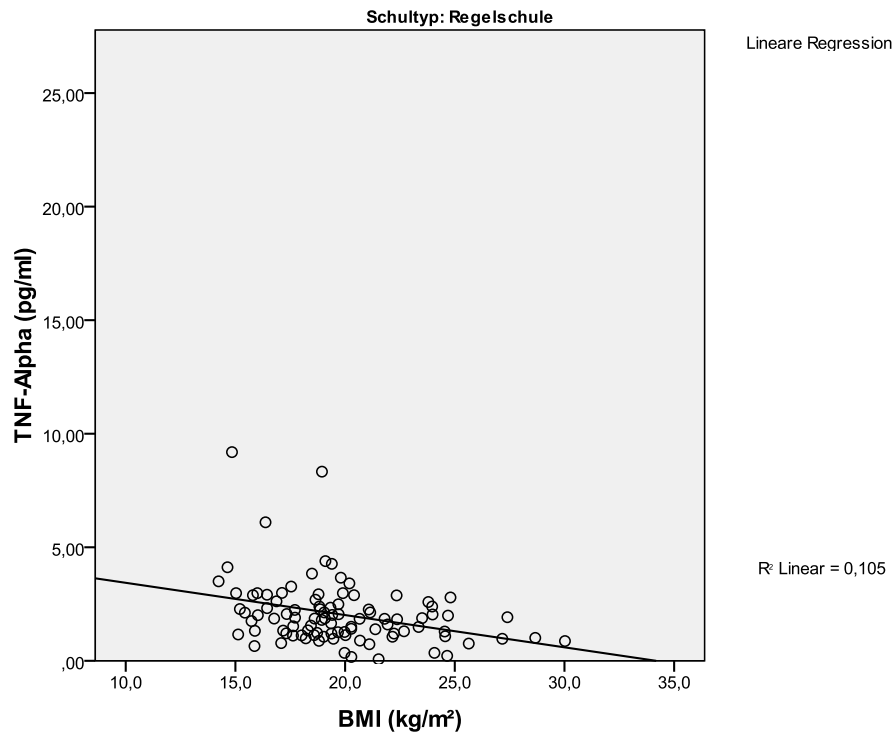


Abbildung 38: Korrelation zwischen TNF-alpha und BMI in der Regelschule

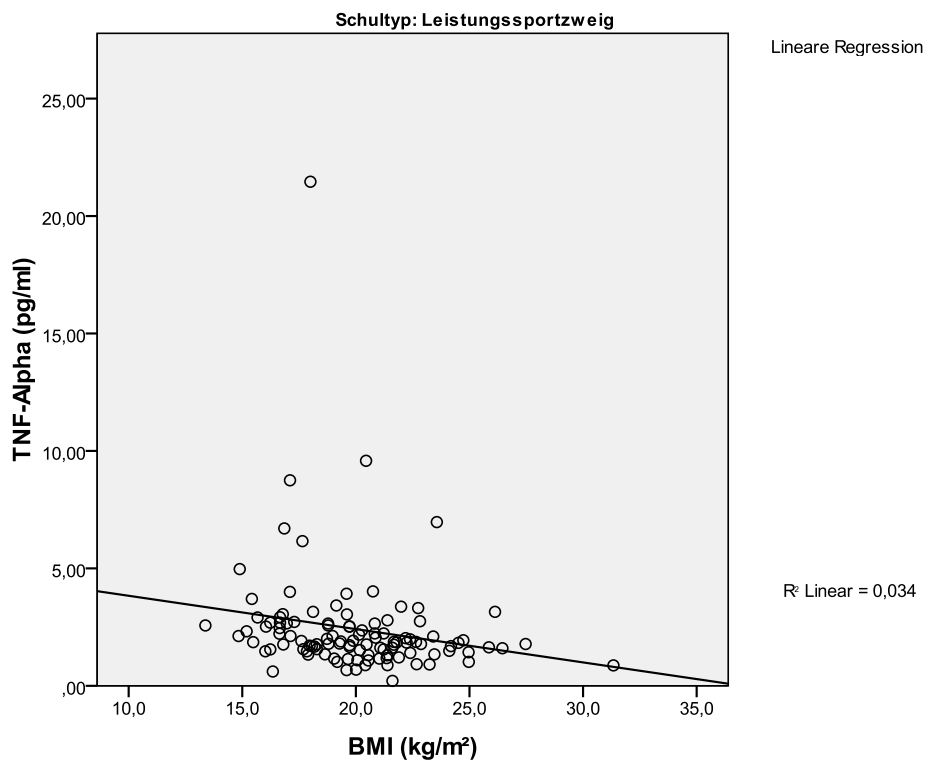


Abbildung 39: Korrelation zwischen TNF-alpha und BMI in dem Leistungssportzweig

IL-6 und BMI

Zwischen dem Parameter Interleukin 6 und dem BMI besteht ein signifikanter Zusammenhang ($p=0,004$). Der Korrelationskoeffizient beträgt 0,200.

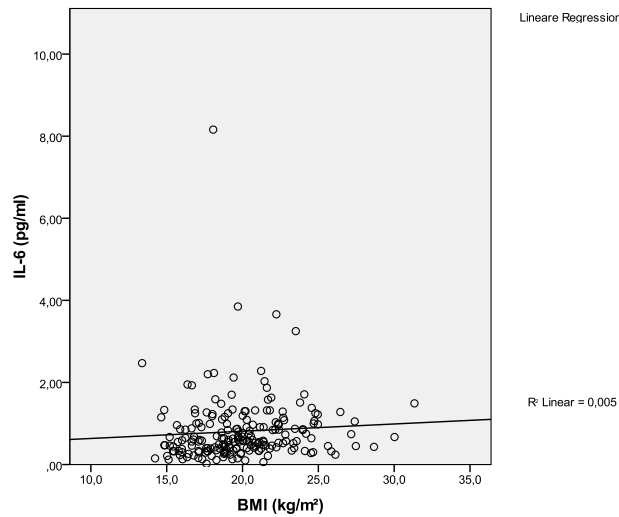


Abbildung 40: Korrelation zwischen IL-6 und BMI

Interessanterweise ist in Hinblick auf die verschiedenen Schultypen ein Zusammenhang ($p=0,005$) nur in der Regelschule gegeben. Der Korrelationskoeffizient wurde mit 0,287 berechnet. Im Leistungssportzweig wurde kein Zusammenhang ($p=0,249$) zwischen IL-6 und BMI gefunden. Die Unterscheidungen nach Schultypen sind auch grafisch in Abbildung 47 für die Regelschule und in Abbildung 48 für den Leistungssportzweig dargestellt.

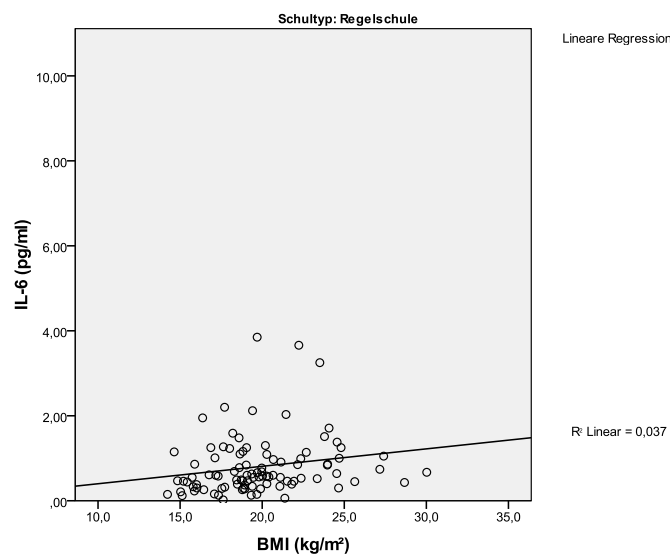


Abbildung 41: Korrelation zwischen IL-6 und BMI in der Regelschule

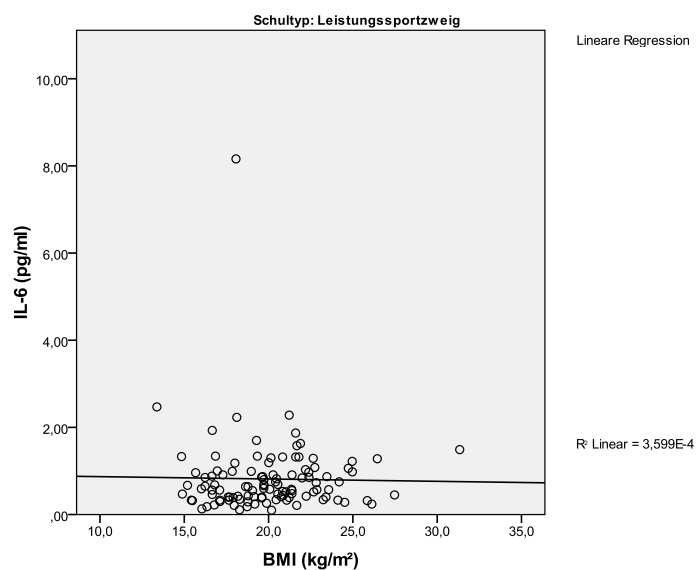


Abbildung 42: Korrelation zwischen IL-6 und BMI im Leistungssportzweig

CRP und BMI

Eine signifikante Korrelation ($p=0,000$) ist auch zwischen dem Inflammationsmarker CRP und dem Parameter BMI gegeben. Der Korrelationskoeffizient zeigt einen geringen Zusammenhang von 0,308.

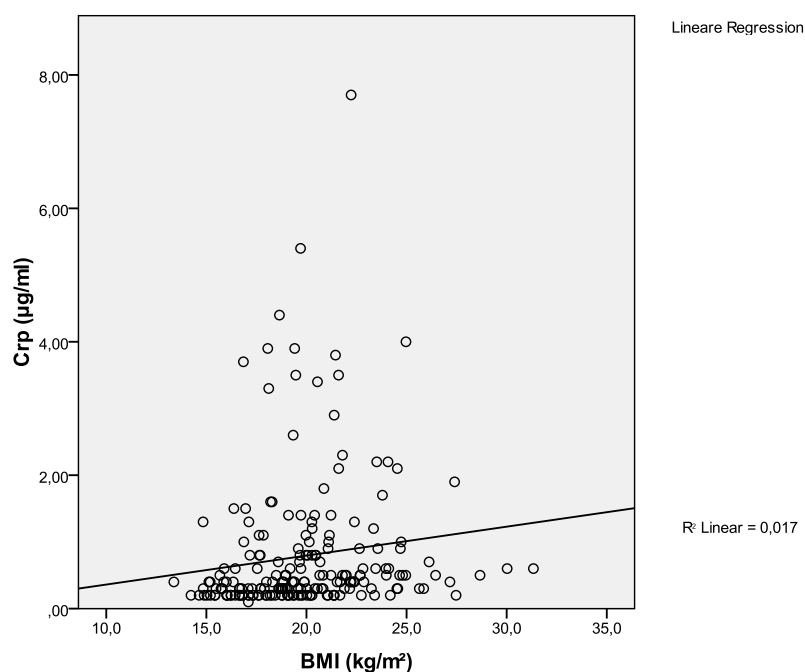


Abbildung 43: Korrelation zwischen CRP und BMI

Teilt man auch den Parameter CRP in Regelschule und Leistungssportklasse ein, so ist in beiden Gruppen (Regelschule, $p= 0,000$, Leistungssportzweig, $p= 0,009$) ein signifikant

positiver Zusammenhang gegeben. In der Regelschule ist ein höherer Zusammenhang mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,388 gegeben. Im Leistungssportzweig ist dieser Koeffizient mit 0,250 berechnet worden. Für diese beiden Gruppen ist wiederum eine grafische Darstellung in Abbildung 44 und 45 gegeben.

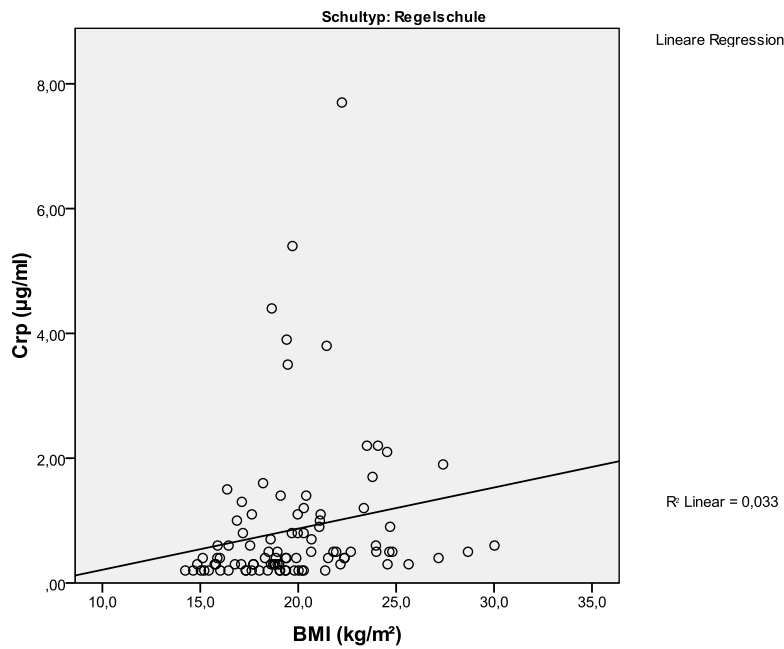


Abbildung 44: Korrelation zwischen BMI und CRP in der Regelschule

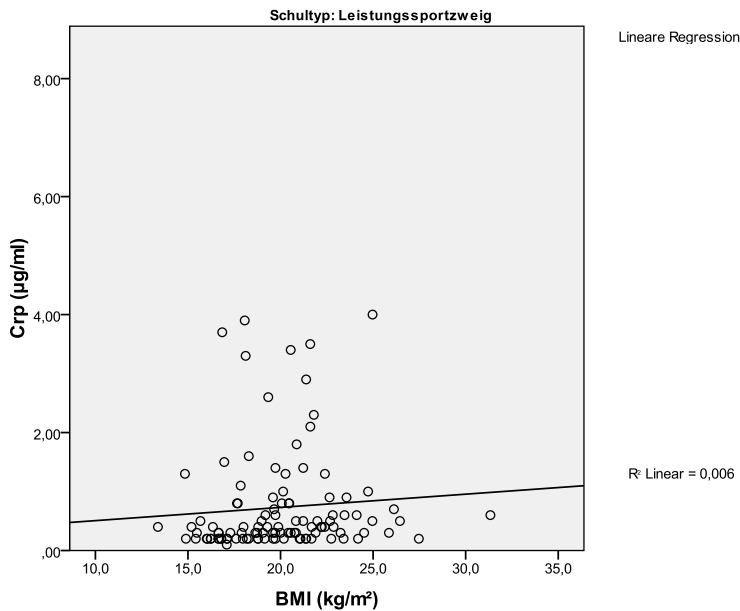


Abbildung 45: Korrelation zwischen BMI und CRP im Leistungssportzweig

Tabelle 17: Zusammenfassende Tabelle über BMI und Schultyp sowie BMI und Altersgruppen

	BMI		BMI	
	Schultyp	Spearman-Test	Altersgruppe	Spearman-Test
TNF-alpha	Regelschule	r= -0,325 (p= 0,001)	U12	r= -0,137 p= 0,334
	Leistungssportzweig	r= -0,306 (p= 0,001)	U14	r= -0,290 p= 0,056
			U16	r= 0,203 p= 0,196
			U19	r= -0,158 p= 0,203
IL-6	Regelschule	r= 0,287 (p= 0,005)	U12	r= 0,171 p= 0,230
	Leistungssportzweig	r= 0,111 (p= 0,249)	U14	r= 0,104 p= 0,501
			U16	r= -0,145 p= 0,366
		U19	r= 0,150 p= 0,221	
CRP	Regelschule	r= -0,388 (p= 0,000)	U12	r= 0,338 p= 0,015
	Leistungssportzweig	r= -0,250 (p= 0,009)	U14	r= 0,389 p= 0,009
			U16	r= 0,073 p= 0,651
		U19	r= 0,009 p= 0,943	

In Tabelle 17 ist zu erkennen, dass ein Zusammenhang zwischen den Inflammationsparametern und den verschiedenen Schultypen gibt. Einzige Ausnahme der Leistungssportzweig und IL-6. Hier gibt es keine Korrelation ($p=0,249$). Vergleicht man den BMI hinsichtlich der Inflammationsmarker und den verschiedenen Altersgruppen, so findet man nur einen Zusammenhang bei CRP mit der Altersgruppe U12 und U14.

6.5.6 Inflammationsparameter und körperliche Aktivität

Da die körperliche Aktivität sowie die Inflammationsparameter laut Kolmogorov-Smirnov-Test) nicht normalverteilt sind, muss für die Korrelationsberechnung wieder der Spearman-Test angewendet werden.

Ein Zusammenhang zwischen TNF-alpha und körperliche Aktivität konnte durch den Spearman-Test nicht festgestellt werden, da die Signifikanz von ($p=0,216$) gegeben ist.

Eine Korrelation zwischen IL-6 und der körperlichen Aktivität ist ebenfalls nicht gegeben, da die Signifikanz ($p=0,447$) beträgt.

Mit einer Signifikanz ($p=0,720$) ist auch zwischen CRP und der körperlichen Aktivität kein Zusammenhang zu verzeichnen.

Tabelle 18: Inflammationsparameter und körperliche Aktivität hinsichtlich des Schultyps und Altersgruppe

	Körperliche Aktivität		Körperliche Aktivität	
	Schultyp	Spearman-Test	Altersgruppe	Spearman-Test
TNF-alpha	Regelschule	$r = -0,067$ ($p = 0,532$)	U12	$r = -0,160$ ($p = 0,271$)
	Leistungssportzweig	$r = -2,97$ ($p = 0,005$)	U14	$r = -0,024$ ($p = 0,898$)
			U16	$r = 0,073$ ($p = 0,671$)
			U19	$r = -0,099$ ($p = 0,450$)
IL-6	Regelschule	$r = -0,140$ ($p = 0,197$)	U12	$r = -0,200$ ($p = 0,172$)
	Leistungssportzweig	$r = -0,067$ ($p = 0,538$)	U14	$r = 0,057$ ($p = 0,762$)
			U16	$r = -0,311$ ($p = 0,069$)
			U19	$r = 0,022$ ($p = 0,870$)
CRP	Regelschule	$r = -0,089$ ($p = 0,408$)	U12	$r = 0,043$ ($p = 0,771$)
	Leistungssportzweig	$r = 0,085$ ($p = 0,433$)	U14	$r = -0,107$ ($p = 0,568$)
			U16	$r = -103$ $p = 0,551$
			U19	$r = -0,056$ $p = 0,670$

Teilt man die einzelnen Parameter in Schultypen auf, so ist eine Korrelation ($p=0,005$) zwischen TNF-alpha und dem Leistungssportzweig ersichtlich. Für die anderen

Inflammationsmarker konnte weder für die Schultypen noch für die Altersgruppen ein Zusammenhang gefunden werden.

Einen signifikant negativen Zusammenhang ($p=0,005$) mit einem Korrelationskoeffizient von $-0,212$ wurde zwischen dem Geschlecht und der körperlichen Aktivität gefunden. Teilt man dies jedoch in männlich und weiblich sowie in die einzelnen Inflammationsparameter auf, so ist in keinem der Fälle eine Korrelation (vgl. Tabelle 19) ersichtlich.

Tabelle 19: Inflammationsparameter und körperliche Aktivität in Abhängigkeit des Geschlechts

		Körperliche Aktivität	
	TNF-alpha	Geschlecht	Spearman-Test
		Männlich	$r= -0,052$ ($p= 0,603$)
		Weiblich	$r= -0,151$ ($p= 0,198$)
	IL-6	Männlich	$r= -0,32$ ($p= 0,755$)
		Weiblich	$r= -0,066$ ($p= 0,574$)
	CRP	Männlich	$r= -0,018$ ($p= 0,859$)
		Weiblich	$r= -0,063$ ($p= 0,596$)

6.5.7 Inflammationsparameter und körperliche Fitness

Zwischen TNF-alpha und der körperlichen Fitness der Kinder und Jugendlichen gibt es keinen Zusammenhang ($p=0,349$). Auch zwischen IL-6 und der körperlichen Fitness ($p=0,262$) sowie zwischen CRP und der körperlichen Fitness ($p= 0,752$) konnte keine Korrelation gefunden werden.

Tabelle 20: Inflammationsparameter und körperliche Fitness hinsichtlich des Schultyps und Altersgruppe

	Körperliche Fitness		Körperliche Fitness	
	Schultyp	Spearman-Test	Altersgruppe	Spearman-Test
TNF-alpha	Regelschule	r= -0,223 (p= 0,032)	U12	r= 0,161 (p=0,280)
	Leistungssportweig	r= 0,044 (p= 0,706)	U14	r= 0,196 (p= 0,233)
			U16	r= 0,195 (p= 0,310)
			U19	r= -0,036 (p= 0,796)
IL-6	Regelschule	r= 0,055 (p= 0,601)	U12	r= -0,139 (p= 0,357)
	Leistungssportweig	r= 0,178 (p= 0,121)	U14	r= -0,027 (p= 0,872)
			U16	r= 0,020 (p= 0,921)
			U19	r= 0,100 (p= 0,466)
CRP	Regelschule	r= 0,110 (p= 0,296)	U12	r= -0,165 (p= 0,274)
	Leistungssportweig	r= -0,021 (p= 0,858)	U14	r= -0,247 (p= 0,130)
			U16	r= -0,162 p= 0,402
			U19	r= -0,034 p= 0,804

Ein Zusammenhang zwischen den Inflammationsparametern und der körperlichen Fitness in Abhängigkeit des Schultyps ist nur bei TNF-alpha und der Regelschule ($p=0,0032$) gegeben. Dies ist ein signifikant negativer Zusammenhang. Ansonsten wurden keine weiteren Korrelationen bezüglich Schultypen sowie Altersgruppen gefunden.

Tabelle 21: Inflammationsparameter und körperliche Fitness in Abhängigkeit des Geschlechts

Körperliche Fitness		
	Geschlecht	Spearman-Test
TNF-alpha	Männlich	r= -0,135 (p= 0,172)
	Weiblich	r= -0,026 (p= 0,837)
IL-6	Männlich	r= 0,170 (p= 0,088)
	Weiblich	r= -0,018 (p= 0,885)
CRP	Männlich	r= 0,36 (p= 0,715)
	Weiblich	r= -0,099 (p= 0,433)

Teilt man die Inflammationsparameter in körperliche Aktivität und Geschlecht auf, lassen sich auch hier keine Zusammenhänge finden, wie man in Tabelle 21 deutlich erkennen kann.

7 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse dieser Studie erläutert und die Forschungshypothesen überprüft.

An dieser Querschnittsstudie nahmen im Rahmen des Projektes „Körperliche Aktivität macht Schule“ 211 Schüler/innen des GRG Maroltingergasse, 1160 Wien teil. 101 Kinder und Jugendliche besuchten die Regelschule. Der Rest hatte den Leistungssportzweig gewählt. Bezogen auf das Geschlecht sind die männlichen Teilnehmer mit 61 Personen in der Regelschule und 66 Personen im Leistungssportzweig vertreten. 40 Schülerinnen besuchten im Schuljahr 2008/2009 die Regelschule und 44 Schülerinnen den Leistungssportzweig.

Um zwischen den Gruppen Vergleiche ziehen zu können, ist die annähernd gleiche Stichprobenanzahl der jeweiligen Schultypen und auch betreffend dem Geschlecht passend.

Bei der Auswertung der anthropometrischen Daten konnte kein Unterschied zwischen BMI und Schultypen ($p=0,435$) gefunden werden. Es wurde jedoch ein positiver Zusammenhang ($p=0,000$) zwischen BMI und Alter gefunden. Teilt man die Schultypen in Altersgruppen auf, so ist in der Regelschule ($p=0,000$) sowie im Leistungssportzweig ($p=0,000$) eine positive Korrelation zwischen BMI und Alter ersichtlich. Für Kinder und Jugendliche gilt im Gegensatz zu Erwachsenen, ein BMI ab 25kg/m^2 als Grenzwert. Die Einteilung des BMI erfolgt auch in Form von alters- und geschlechtsspezifischen Perzentilen nach Kromeyer Hausschild et al. (Gruber & Hüls, 2009). Das Übergewicht von Kindern und Jugendlichen im Alter von 2 bis 20 Jahren beginnt ab der 90. Perzentile und Adipositas ab der 97. Perzentile. Auch Demerath et al gibt an, dass der BMI und auch die Körperzusammensetzung der Kinder und Jugendlichen vom Geschlecht und Alter abhängig ist. (Demerath et al., 2006).

Die körperliche Aktivität der Kinder und Jugendlichen wurde mittels Fragebogen erhoben. Sie mussten die Frage: „An wie vielen Tagen einer normalen Woche bist du für mindestens 60 Minuten am Tag körperlich aktiv?“ beantworten. 25,4 % aller befragten Schüler/innen gaben an, an 6 Tagen die Woche körperlich aktiv zu sein. Knapp über 20% der Kinder und Jugendlichen sind an 5 Tagen/Woche und knapp unter 20% der Befragten sind an 7 Tagen die Woche körperlich aktiv. Das Minimum mit 2,3% liegt zumindest bei

einem Tag/Woche. Ein signifikanter Unterschied ($p=0,000$) zwischen der körperlichen Aktivität und den Schultypen konnte ebenso sowie eine Korrelation zwischen körperlicher Aktivität und Altersgruppen ($p=0,000$) festgestellt werden. Diese ist mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,527 eine geringe Korrelation. Unterscheidet man die körperliche Aktivität nun in Schultypen, so sind die Schüler/innen der Regelschule an durchschnittlich 4 Tagen aktiv und die Kinder und Jugendlichen aus dem Leistungssportzweig an durchschnittlich 6 Tagen aktiv. Dies wurde mittels Median berechnet, da keine Normalverteilung der Parameter gegeben war und somit auf den Mittelwert verzichtet werden musste. Zu erkennen ist auch, dass das Minimum bei den Schüler/innen der Leistungssportklasse bei 3 Tagen/Woche liegt, wohingegen 4,5% aus der Regelschule 1 Tag/Woche körperlich aktiv sind. Zwar sind Schüler/innen beider Schultypen in der Kategorie „7 Tage/Woche“ vorzufinden, jedoch ist der Anteil der Schüler/innen aus dem Leistungssportzweig fast 3-mal so hoch. Der Grund dafür ist vor allem der vermehrte Anteil des Unterrichtsfaches Bewegung und Sport. Die Schüler/innen, welche den Leistungssportzweig besuchen üben zusätzlich zu den Turnstunden in der Schule auch noch ihre persönlich gewählte Sportart aus. Diese wird vor allem in der Oberstufe intensiviert.

Ein signifikanter Unterschied zwischen der körperlichen Aktivität und dem Geschlecht wurde nur in der Regelschule ($p=0,019$) gefunden. Im Leistungssportzweig ($p=0,191$) wurde kein Unterschied zwischen den Geschlechtern gefunden, was die körperliche Aktivität anbelangt. Der Grund dafür könnte sein, dass sowohl die Mädchen als auch die Burschen welche in den Leistungssportzweig gehen ihr Trainingseinheiten durch die Schule vorgegeben haben, denn sie müssen ihre Sportarten auch außerhalb der Schule ausüben.

Studien, wo die körperliche Aktivität von Jugendlichen untersucht worden ist beschreiben, dass Burschen aktiver sind als Mädchen. Es wird auch ein Abfall der körperlichen Aktivität mit zunehmendem Alter beschrieben. (Sallis, J.F., (1993) und Trost, S.G. (1999) in Trost et al., 2002) Dies konnten wir in unserer Studie nicht feststellen.

Die Studie HBSC (Health Behaviour in School-aged Children), welche von der WHO gefördert wurde zeigt, dass ein Drittel der Jungen, aber nur ein Viertel der Mädchen an den meisten Tagen der Woche körperlich aktiv sind. (Lampert, 2007). Auch die Studie KiGGS zeigt, dass sich Mädchen insbesondere in der Altersgruppe der 14-17 Jährigen weniger bewegen als die Burschen (Lampert, 2007). In der Studie von Trost et al. (2002) wurde die körperliche Aktivität im Gegensatz zur vorliegenden Studie mittels Accelerometern gemessen. In jeder Altergruppe (1-3 Jahre, 4-6 Jahre, 7-9 Jahre und 10-12 Jahre) waren ebenfalls Burschen aktiver als Mädchen. (Trost et al, 2002).

Ein Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und dem Alter konnte nicht nachgewiesen werden. Ebenso konnte keine Korrelation zwischen der körperlichen Aktivität und dem BMI nachgewiesen werden. Der Grund dafür könnte sein, dass die Kinder und Jugendlichen zum Teil schlank sind, obwohl sie körperlich nicht übermäßig aktiv sind. Manche Kinder und Jugendlichen sind vielleicht etwas molliger und betreiben trotzdem regelmäßig Bewegung.

Die körperliche Fitness der Kinder und Jugendlichen wurde über die Ausdauerleistungsfähigkeit mittels Multistage-Shuttle-Run getestet. Die Teilnehmer/innen mussten eine 20 Meter lange Strecke im vorgegebenen Tempo, welches stetig gesteigert wurde, so lange laufen, bis sie dem Tempo nicht mehr folgen konnten. Die gelaufenen Meter wurden markiert und in Levels unterteilt. Diese sind in Tabelle 7 aufgelistet.

Ein signifikanter Unterschied ($p=0,000$) wurde zwischen der körperlichen Fitness und dem Geschlecht festgestellt. Außerdem gibt es einen signifikant Unterschied zwischen der körperlichen Fitness und dem Schultypen ($p=0,002$). Auch eine Korrelation zwischen der körperlichen Fitness und den Altersgruppen ($p=0,000$) ist ersichtlich. Die männlichen Probanden zeigten beim Multistage-Shuttle-Run ein höheres Durchhaltevermögen als die weiblichen Teilnehmerinnen. Der Median bei den Burschen liegt bei Level 10 und der Median bei den Mädchen liegt bei Level 7. Hinsichtlich des Schultyps ist zu sagen, dass die Schüler/innen des Leistungssportzweiges einen Median von Level 10 aufweisen, während Kinder und Jugendliche der Regelschule nur eine Median von 8 erreichten. In Hinblick auf das Alter sind die Mediane in den Altersgruppen U16 und U19 deutlich höher als jene der Altersgruppen U12 und U14.

Eine Studie der körperlichen Fitness von Kanadischen Kindern zeigt ebenfalls Geschlechtsdifferenzen auf. Die Fitnesslevels veränderten sich auch mit dem Alter. Besonders stark war der Anstieg im Alter zwischen 15 und 19 Jahren. Dies ist laut Tremblay et al auf die Genetik, Anatomie, Physiologie, Verhalten und auf das soziale Umfeld zurückzuführen. (Tremblay et al., 2010).

Die Auswertung der Inflammationsparameter enthält verschiedene Punkte. Untersucht wurde ein möglicher Zusammenhang der Inflammationsmarker untereinander, sowie eine mögliche Korrelation zwischen TNF-alpha, IL-6 und CRP mit dem Alter. Ebenso wurde geprüft ob ein möglicher Unterschied der Geschlechter und auch der Schultypen hinsichtlich der Inflammationsparameter besteht. Weiters wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen BMI und den drei Parametern überprüft. Für diese Studie war

es vor allem auch wichtig, einen möglichen Zusammenhang zwischen den Inflammationsmarkern und der körperlichen Aktivität sowie mit der körperlichen Fitness zu untersuchen.

Zwischen den einzelnen Inflammationsparametern konnte ein Zusammenhang zwischen dem IL-6 und dem CRP gefunden werden. Es gab keine Korrelation zwischen TNF-alpha und IL-6 sowie zwischen TNF-alpha und CRP.

Hinsichtlich des Alters wurde ein signifikant negativer Zusammenhang ($p=0,000$) mit dem TNF-alpha gefunden. Das sagt aus, dass jüngere Personen höhere TNF-alpha Werte haben als ältere Personen. Zwischen dem Interleukin-6 und dem Alter ($p=0,000$) sowie zwischen dem CRP und dem Alter ($p=0,000$) konnte ein signifikant positiver Zusammenhang entdeckt werden. Das bedeutet, dass ältere Kinder und Jugendliche höhere Werte des IL-6 bzw. CRP haben. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Inflammationsparametern und dem Geschlecht [TNF-alpha ($p=0,957$), IL-6 ($p=0,784$), CRP ($p=0,784$)] konnte nicht aufgedeckt werden. Auch in Unterteilung der Altersgruppen konnten zwischen dem Geschlecht und den drei Parametern keine Unterschiede gefunden werden.

Eine aufgestellte Hypothese war, dass Schüler/innen, die den Leistungssportzweig besuchen niedrigere Inflammationsparameter aufweisen als jene, die die Regelschule besuchen. Laut den Untersuchungen konnten keine signifikanten Unterschiede bei TNF-alpha ($p=0,228$), IL-6 ($p=0,945$) und bei CRP ($p=0,210$) und des Schultypen gefunden werden. Dies ist auch deutlich an den Medianen ersichtlich. Alle drei Inflammationsparameter haben in der Regelschule sowie im Leistungssportzweig die gleichen Mediane. Teilt man den Schultyp und TNF-alpha in Altersgruppen auf, so konnten ebenfalls keine Unterschiede festgestellt werden.

Zwischen TNF-alpha und BMI konnte ein signifikant negativer Zusammenhang ($p=0,000$) gefunden werden. Teilt man dies in die beiden Schultypen auf, so ist eine signifikant negative Korrelation ($p=0,001$) von $r= -0,325$ in der Regelschule und eine ebenfalls signifikant negative Korrelation ($p=0,001$) von $r= -0,306$ im Leistungssportzweig zu finden. Das bedeutet, je niedriger der BMI, desto höher die Werte des TNF-alpha. Khaodhiar et al hat in einer Studie die Blutwerte TNF, sTNF-RII, IL-6 und CRP zwischen übergewichtigen ($BMI > 30\text{kg/m}^2$) und normalgewichtigen Erwachsenen ($BMI < 30\text{kg/m}^2$) gemessen. In der Gruppe der Übergewichtigen konnten signifikant höhere Werte von TNF, sTNF-RII, IL-6 und CRP im Gegensatz zur Kontrollgruppe gefunden werden. Innerhalb der Gruppe der dicken Personen bestand eine positive Korrelation zwischen sTNF-RII, IL-6 und CRP, nicht jedoch mit dem TNF. (Khaodhiar et al., 2004). Gnacinska et al testete 55 Personen

über 18 Jahre, welche einen BMI von über 25 kg/m² hatten. Es konnte eine signifikant positive Korrelation zwischen BMI und IL-6 sowie zwischen BMI und CRP gefunden werden. Es bestand jedoch kein Zusammenhang zwischen TNF-alpha und BMI. (Gnacinska et al., 2010). Eine weitere Studie über Kinder fand auch hier signifikant höhere CRP und TNF-alpha bei übergewichtigen Kindern. (Reinehr et al., 2005). Eine negative Korrelation zwischen BMI und TNF-alpha bei Kindern und Jugendlichen konnte in der Literatur nicht gefunden werden. Zwischen dem Parameter Interleukin 6 und dem BMI besteht in der vorliegenden Studie eine signifikant positive Korrelation ($p=0,004$). Hier ist ein signifikant positiver Zusammenhang ($p=0,005$) nur in der Regelschule gefunden worden und keine signifikante Korrelation im Leistungssportzweig ($p=0,249$). Für die Regelschule bedeutet dies, dass je höher der BMI ist, auch die Werte des IL-6 ansteigen. Einen signifikant positiven Zusammenhang gibt es auch zwischen CRP und BMI. Unterteilt man auch hier wieder in Schultypen so zeigt sich in der Regelschule ($p=0,000$) sowie im Leistungssportzweig ($p=0,009$) ein signifikant negativer Zusammenhang. Ein Zusammenhang zwischen CRP, IL-6 und Leptin und übergewichtige bzw. adipöse Kinder ist auch in der Literatur zu finden. (Ford et al., (1998), Aycan et al, (2005), Aygun et al, (2005), Valle et al., Visser et al., (2001) in Sacheck, 2008). Eine weitere Studie von Nemet et al fand heraus, dass TNF-alpha und IL-6 positiv mit dem BMI zusammenhängen. (Nemet et al., 2003).

Vergleicht man den BMI und die Inflammationsparameter innerhalb der Altersgruppen, so sind bei TNF-alpha und IL-6 keine Korrelationen in den 4 Altersgruppen vorhanden. Einzig zwischen CRP und BMI in der Altersgruppe U14 wurde eine positive Korrelation ($p=0,009$) entdeckt. Im frühen Kindesalter, noch vor der Pubertät, sind bei fettleibigen Kindern die Konzentrationen von CRP, IL-6 und TNF-alpha erhöht und dies ist mit einem erhöhten kardiovaskulären Risiko verbunden. (Sacheck, 2008). In der vorliegenden Studie hatten fast alle Kinder und Jugendlichen einen BMI unter 30 kg/m², was ein möglicher Grund für dieses Ergebnis sein könnte.

Laut Spearman-Test konnten keine Zusammenhänge zwischen den drei Inflammationsmarkern und der körperlichen Aktivität festgestellt werden. Die Unterteilung in den Schultypen weist eine signifikant negative Korrelation zwischen TNF-alpha und BMI im Leistungssportzweig auf ($p=0,005$). Hinsichtlich der Altersgruppen und der Aufteilung zwischen männlich und weiblich gibt es ebenfalls keine Zusammenhänge. Ein Problem könnte sein, dass die Kinder und Jugendlichen Probleme mit der Frage am Fragebogen hatten. Die Auswertung der Daten vom Accelerometer wäre objektiver gewesen und hätte möglicherweise andere Ergebnisse geliefert. Bei Erwachsenen, die ihre körperliche Aktivität ebenfalls selbst dokumentierten wurde festgestellt, dass bei

aktiven Erwachsenen 19-35% geringere Konzentrationen an CRP vorzufinden waren als bei Erwachsenen welche inaktiv waren. (Plaisance & Grandjean, 2006 in Thomas & Williams, 2008). In einer anderen Studie von Rawson et al (2003) stand der BMI von 109 getesteten Personen in Zusammenhang mit niedrigen CRP Werten, nicht aber die körperliche Aktivität. (Rawson et al., 2003). In einer Studie von Pischon et al. wurde die körperliche Aktivität bei Erwachsenen ebenfalls mittels Fragebogen erhoben. Für Männer und für Frauen gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und niedrigeren Werten von IL-6, CRP und TNF-alpha. (Pischon et al., 2003). Bezüglich Kinder konnte die European Youth Heart Study (EYHS), wo die körperliche Aktivität der Kinder im Alter von 9-10 Jahren mittels Accelerometer gemessen wurde, konnte wiederum keine signifikante Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und dem CRP festgestellt werden. (Ruiz et al., 2007 in Thomas & Williams 2008) In einer Studie von Ischander et al wurden jugendliche Mädchen in eine aktive und inaktive Gruppe geteilt. Die IL-6 und TNF-alpha Konzentrationen waren bei der inaktiven Gruppe signifikant höher als bei der aktiven. (Ischander et al., 2007)

Eine Korrelation zwischen den Parametern und der körperlichen Fitness konnte weder bei TNF-alpha ($p=0,349$), IL-6 ($p=0,262$) noch bei CRP ($p= 0,752$) festgestellt werden. In Unterteilung des Schultyps konnte bei TNF-alpha und der körperlichen Fitness in der Regelschule ein signifikant negativer Zusammenhang ($p=0,032$) gefunden werden. Dieser ist mit einem Korrelationskoeffizienten von $r=-0,223$ sehr gering. Hinsichtlich einer weiteren Unterteilung in Altersgruppen und Geschlecht gibt es keine Zusammenhänge.

Zu Beginn der Studie wurden vier Forschungshypothesen aufgestellt. Hypothese 1 lautete: „Schüler/innen, die den Leistungssportweig besuchen weisen niedrigere Inflammationsparameter auf als jene, die die Regelschule besuchen“: Diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden. Da die Schüler/innen im Leistungssportweig mehr Schulstunden im Unterrichtsfach „Bewegung und Sport“ haben, erwartete man sich deshalb niedrigere Werte der drei Inflammationsparameter. In einer Studie von Rosenbaum wurden 73 Schüler/innen einer achten Schulstufe in zwei Gruppen geteilt. Eine Gruppe absolvierte ein Bewegungsprogramm. Die andere Gruppe diente als Kontrollgruppe. Durch das Programm konnten die Konzentrationen von CRP und IL-6 gesenkt werden, sowie eine Reduktion der Körperfette und ein Reduktion der Insulinresistenz hervorgerufen werden. Dieses schulbasierte Programm enthielt jedoch neben dem Ausdauertraining zusätzlich eine Ernährungsumstellung. (Rosenbaum et al., 2007).

Auch aufgrund dessen wurde laut Forschungshypothese 4 erwartet, dass das Bewegungsausmaß (erhoben mittels Aktivitätsfragebogen) bzw. die Fitness (gemessen an der Ausdauerleistungsfähigkeit) einen Einfluss auf die inflammatorischen Marker nehmen. Beides konnte durch diese Studie nicht bestätigt werden. Bei der körperlichen Aktivität könnte ein mögliches Problem sein, dass die Kinder und Jugendlichen den Fragebogen nach ihrem subjektiven Empfinden ausfüllen mussten. Eine Auswertung durch die Accelerometerdaten wäre objektiver gewesen, da durch den Fragebogen die tatsächliche Dauer und Intensität der körperlichen Aktivität nicht hervorgeht. Dieses Problem beschreiben auch Rowlands & Eston. (Rowlands & Eston (2007), in Thomas & Williams 2008)

Forschungshypothese 2 besagt, dass die inflammatorischen Marker abhängig vom Alter und Geschlecht sind. Bezüglich des Geschlechts konnten keine signifikanten Unterschiede aufgezeigt werden. Dies ist auch durch die Mediane ersichtlich. Eine Korrelation zwischen Alter und den Inflammationsparameter konnte gefunden werden. Zwischen dem TNF-alpha und dem Alter wurde ein signifikant negativer Zusammenhang beobachtet. Zwischen IL-6 und Alter sowie zwischen CRP und Alter konnte eine signifikant positive Korrelation gefunden werden.

Eine weitere Hypothese war, dass das Körpergewicht bzw. der Body Mass Index einen Einfluss auf die Inflammationsmarker haben. Diese Hypothese kann sowohl durch die vorliegenden Daten als auch durch die Literatur bestätigt werden. (Sacheck, 2008, Ischander et al., 2007).

8 Zusammenfassung

Bezüglich der Entstehung von Arteriosklerose und kardiovaskuläre Erkrankungen wurde vor allem in den vergangenen Jahren den Inflammationsparametern immer größere Aufmerksamkeit geschenkt. Es wurde gezeigt, dass körperliche Aktivität die Inflammationsmarker wie IL-6 und CRP gesenkt werden konnten. Bezüglich Kinder und Jugendliche und deren Inflammationsparameter gibt es noch relativ wenige Studien. Bei den Studien, die es schon über Kinder gibt sind die Stichprobenzahlen noch sehr gering. (Thomas & Williams, 2008). Weiters gibt es das Problem, dass viele Studien keine Kontrollgruppen haben. (Stoedefalke, 2007)

In unserer Studie war sowohl die Stichprobengröße mit 211 Kindern und Jugendlichen groß genug und wir konnten ebenso eine geeignete Kontrollgruppe aufweisen.

Ein Unterschied zwischen den Inflammationsparametern TNF-alpha, IL-6 und CRP und den Schultypen konnte nicht festgestellt werden. Die Schüler/innen des Leistungssportzweiges des GRG Maroltingergasse konnten keine signifikant niedrigeren Inflammationsparameter aufweisen. Eine Abhängigkeit zwischen den inflammatorischen Markern und dem Alter konnte gefunden werden. Ein signifikanter Unterschied zwischen TNF-alpha, IL-6, CRP und dem Geschlecht war in unserer Studie nicht ersichtlich. Zusammenhänge zwischen BMI und den Inflammationsparametern sind gegeben. Bei TNF-alpha und BMI ist dieser ein signifikant negativer Zusammenhang. Bezüglich Bewegungsausmaß und körperliche Fitness konnten keine Korrelationen gefunden werden.

Auch wenn keine Zusammenhänge zwischen den Inflammationsparametern und der körperlichen Aktivität bzw. der körperlichen Fitness zu erkennen war, ist regelmäßige Bewegung für Kinder und Jugendliche in der heutigen Zeit besonders wichtig. Die Folgen von übergewichtigen Kindern, welche zu wenig Bewegung in ihrem Leben haben, können im späteren Leben gravierend sein. (Graf et al., 2003)

9 Literaturverzeichnis

Baum, M., & Liesen, H. (1997). Sport und Immunsystem. *Der Orthopäde (26)*, 976-980.

Black, S., Kushner, I., Samos, D., (2004). C-reactive protein. *The Journal of Biological Chemistry*, (249), 48487-48490

Buhl, A. (2010). *PASW 18. Einführung in die moderne Datenanalyse*. Pearson: München

Calabro, P., Willeson, J.t., Yeh, E.T., (2003). Inflammatory cytokines stimulated C-reactive protein production by human coronary artery smooth muscle cells. *Circulation*, (108), 1930-1932

Clyne, B. & Olshaker, J.S.(1999). The C-reactive protein. *The Journal of Emergency Medicin*. 6, 1019-1025

Demerath, E.W., Schubert C.M., Maynard, L.M., Sun, S.S., Chumela, W.C., Pickoff, A., Czerwinski, S.A., Towne, B., Siervogl, R.M., (2006). Do changes in Body Mass Index Percentile Reflect Changes in Body Composition in Children? Data From the Fels Longitudinal Study. *Pediatrics*, (117), 487-495

Don Santos, M.G., Pegoraro, M., Sandrini, F., Macuco, E.C. (2008). Risk Factors of the Development of Atherosclerosis in Childhood and Adolescence. *Arq. Bras. Cardiol*, 90 (84), 276-283

Dos Santos, M.G. (2008). Risk Factors for the Development of Atherosclerosis in Childhood and Adolescence. *Arq Bras Cardiol*, 90, 276-283

Epstein, L.H., Paluch, R.A., Kalakanis, L.E., Goldfield, G.S., Cerny, F.J., Roemmich, J.N., (2001). How much activity do you get? A quantitative review of heart-rate measured activity. *Pediatrics (108)*. Nr. 3, 44

Ferencik M. et al. (2006). *Kompendium der Immunologie. Grundlagen und Klinik*. Wien:Springer

Ford, E.S., Ajani, U.A., Mokdad, A.H., National Health and Nutrition E. (2005). The metabolic syndrome and concentrations of C-reactive protein among U.S. youth. *Diabetes Care (28)*.4. 878-881

Freedman, D.S., Dietz, W.H., Srinivasan, S. r., Berenson, G.S., (2009). Risk factors and adult body mass index among overweight children: *The Bogalusa Heart Study*. *Pediatrics (123)*. 750-757

- Gabay, C., (2006). Interleukin-6 and chronic inflammation. *Arthritis Research & Therapie*, (8), 2
- Gabriel, H.H.W., Müller, J.J., Kindermann, W., (2000). Die Akute-Phase-Reaktion. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (51). 1
- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology*, (103). 693-699
- Gnacinska, M., malgorzewicz, S., Guzek, M., Lysiak-Syzdłowska, L., Sworczak, K., (2010). Adipose tissue activity in relation to overweight or obesity. *Endokrynologia Polska*, (61).
- Graf, C., Koch, B., Dordel, S., Coburger, S., Christ, H., Lehmacher, W., Platen, P., Bjarnason-Wehrens, B., Tokarsi, W., Predl, H.G. (2003). Prävention von Adipositas durch körperliche Aktivität – eine familiäre Aufgabe. *Deutsches Ärzteblatt*, Jg. 100, (47)
- Gresser, A.M.(2001). Information zu Laborparametern. *Mitteilung des Zentrallabors* (56)
- Gruber, W. & Hüls, G. (2009)., Ambulante und stationäre Adipositas therapie im Kindes und Jugendalter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (60), 5
- Halle, M., Berg, A., Keutl, J. (2000). Adipositas und Bewegungsmangel als kardiovaskuläre Risikofaktoren. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (51), 4
- Hehlgans, T. & Pfeffer, K. (2005). The intriguing biology of the tumour necrosis factor/tumour necrosis factor receptor superfamily: players, rules and the games *Immunology*, 115, 1-20
- Ischander, M., Zaldivar, J.F., eliakim, A., Nussbaum, E., Dunton, G., Leu. S., Cooper, D.M., Schneider, M. (2007). Physical activity, growth, and inflammatory mediators in BMI-matched female adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. (39). 1131-1138.
- Ishizaka, K., Lachman, P.J., Lerner, R., Waksman, B.H. (1992). *Interleukins: Molecular Biology and Immunology*. Karger: Basel
- Janeway, C.A., Travers, P., Walport, M., Sholmchik, M. (2002). *Immunologie*. (5. Auflage). Spektrum: Heidelberg, Berlin

- Järvisalo, M.J., Harmoinen, A., Hakanen, M., Paakkunainen, U., Vikari, J., Hartiala, J., Lehtimäki, T., Simelli, O., Raitakari, O.T. (2002). Elevated serum c-reactive protein levels and early arterial changes in healthy children. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology*, (22), 1323-1328
- Khaodhiar, L., Ling, P.R., Blackburn, G.L., Bristian, B.R., (2004). Serum Levels of Interleukin-6 and C-Reactive Protein Correlate with Body Mass Index across the broad range of obesity. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* (28), 6, 410-415
- König, D., Grathwohl, D., Deibert, P., Weinstock, C., Northoff, H., Berg, A., Sport und Infekte der oberen Atemwege – Epidemiologie, Immunologie und Einflussfaktoren. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, (51), Nr. 7+8
- Kurth, B.-M. & Schaffrath Rosario, A.(2007). *Die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des bundesweiten Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS)*. Springer Medizin Verlag:Berlin
- Lambert, C.P, Wright, N.R., Finck, B.N., Villareal, D.T. (2008). Exercise but not diet-induced weight loss decreases skeletal muscle inflammatory gene expression in frail obese elderly. *Journal of Applied Physiology*
- Lampert, T., Mensink, G.B.M., Romahn, N., Woll, A., (2007). *Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS)*. Springer Medizin Verlag
- Lehrke, S. & Laessle, R.G. (2009). *Adipositas im Kindes- und Jugendalter. Basiswissen und Therapie*. Heidelberg: Springer
- Löllgen, H. (2002). Ärztliche Präventionstage 2002: Körperliche Aktivität beugt Krankheiten vor; Immer mehr setzt sich die Erkenntnis durch, dass auch bei einer Reihe chronischer Erkrankungen sowie im Alter Sport und Bewegung positive Auswirkungen haben. *Deutsches Ärzteblatt*, 99,42
- Mardigan, M.T., Martinko, J.M., Parker, J. (2001). *Mikrobiologie*. Spektrum: Heidelberg
- Martin, M. & Resch, K. (2009). *Immunologie*. Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart
- Mathur, N. & Pedersen, B.K. (2008). Exercise as a mean to control low-grade systemic inflammation. *Hindawi Publishing Corporation*
- Mooren, F.C. (2003). Immunologie und Sport. *Akt. Rheumatol*, (28), 187-195

- Müller, M.J., Reinher, T., Hebebrand, J., (2006). Prävention und Therapie von Übergewicht im Kindes- und Jugendalter. *Deutsches Ärzteblatt (Jg 103), Heft 6*
- Nemet, D., Wang, P. Funahashi, t., Matsuzawa, Y, Tanaka, S., Engelman, L., Cooper, D.M. (2003). Adipocytokines, body composition, and fitness in children. *Pediatric Research, (53), 1458-152*
- Nething, K., Stroth, S., Wabitsch, M., Galm, C., Rapp, K., Brandstetter, S., Berg., S., Kresz, a., Wartha, O., Steinacker, J.M., (2006). Primärprävention von Folgeerkrankungen des Übergewichts bei Kindern und Jugendlichen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, (57). Nr.2*
- Nieman, D.C. (2000). Sportimmunologie: Aktuelle Perspektiven für den Sportler. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, (51), Nr. 9*
- Nieman, D.C., (1997). Immune response to heavy exertion. *Journal of applied physiological. (82), 1385-1394*
- Ouchi n, et al. (2003). Reciprocal association of C-reactive protein with adiponectin in blood stream and adipose tissue. *Circulation, 107, 671-674*
- Pedersen, B.K. (2006). The anti-inflammoatory effects of exercise: ist role in diabetes and cardiovascular disease control. *Essays in Biochemistry (42), 105-117*
- Petersen, A.M.W. & Pedersen, B.K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of Applied Physiolog. (98) 1154-1162*
- Piskchon, T., Hankinson, S.E., Hotamisligil, G.S., Rifai, N., Rimm, E.B., (2003). Leisure-time physical activity and reduced plasma levels of obesity-related inflammatory markers. *Obesity, a research journal. (11), 1055-1064*
- Ploegger, H.E., Takken, T., Mathieu, H.G., Timmons, B.W., The effects of acute and chronic exercise on inflammatory markers in children and adults with a chronic inflammatory disease: a systematic review. *Exercise immunology review (15)*
- Puglisi, M.J. & Fernandez, M.J. (2008). Modulation of C-Reactive Protein, Tummor Necrosis Factor- α , and Adiponectin by Diet, Exercise, and Weight Loss. *American Society for Nutrition, 138, 2293-2296*

- Puglisi, M.J., Vaishnav, U., Shrestha, S., Torres-Gonzales, M., Wood, R. J., Volek, J.S., Fernandez, M.L.(2008) Raisins and additional walking have distinct effects on plasma lipids and inflammatory cytokines. *Lipids Health Dis.* (7) 14
- R&D Systems (2009). *Quantikine HS, Human IL-6 Immunoassay. Catalog Number HS600B, SS600B, PHS600B.* Zugriff am 27. Mai 2010 unter <http://www.rndsystems.com/pdf/hs600b.pdf>
- R&D Systems (2010). *Quantikine HS, Human TNF- α Immunoassay. Catalog Number HSTA00D, SSTA00D, PHSRA00D.* Zugriff am 27. Mai 2010 unter <http://www.rndsystems.com/pdf/hsta00D.pdf>
- Rathmanner, T., Meidlinger, B., Baritsch, C., Lawrence, K., Eng, B., Dorner, T., Kunze, M. (2006). *Erster österreichischer Adipositasbericht 2006. Grundlage für zukünftige Handlungsfelder. Kinder, Jugendliche, Erwachsene.*
- Rawson, E.S., Freedson, P.S., Osganian, S.K., Matthews, C.E., Reedd, G., Ockene, I.S., (2003). Body mass index, but not physical activity, is associated with C-reactive protein. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* (35), 1160-1166.
- Reinehr, T., Stoffel-Wagner, B., Roth, C.L., Andler, W., (2005). High-sensitive C-reactive protein, tumor necrosis factor α , and cardiovascular risk factors before and after weight loss in obese children., *Metabolism.*, (54). 9, 1155-1161
- Roitt, I.M., Brostoff, J., Male, D.K. (1995). *Kurzes Lehrbuch der Immunologie.* Georg Thieme Verlag: Stuttgart; New York
- Rosenbaum, M., Nonas, C., Weil, R., Horlick, M., Fennoy, II, Vargas, I., Kringas, P.. (2007). The El Camino Diabetes Prevention Group. School-based intervention acutely improves insulin sensitivity and decreases inflammatory markers and body fatness in junior high school students. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, (92), 504-508
- Ruiz, J.R., Ortega, R.B., Warnberg, J., Sjöström, M. (2007). Associations of low-grade inflammation with physical activity, fitness and fatness in prepubertal children: the European Youth Heart Study. *Int. Journal of Obesity*, (31), 1545-1551
- Sacheck, J., (2008). *Pediatric Obesity: an inflammatory condition. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition.* (32), 633
- Samitz, G. & Mensink, G. (Hrsg.). (2002). *Körperliche Aktivität in Prävention und Therapie.* Marseille Verlag: München

- Sharman, M.J. & Volek, J.S (2004). Weight loss leads to reductions in inflammatory biomarkers after a very-low-carbohydrate diet and a low-fat diet in overweight men. *Clinical Science (107)*. 365-9
- Sommer, F., & Graf, C. (Hrsg.), (2002). *Sports meets medicine: Urologie und Sport-Lifestyle, Sexualität, Onkologie und Sport*. Cuvillier: Göttingen
- Steene-Johannessen, J., Kolle, E., Reseland, J.E., Anderssen, S.A., Andersen, L.B., (2010). Waist circumference is related to low-grade inflammation in youth. *International Journal of Pediatric Obesity*
- Steensberg, A., van Hall, G., Osada, t., Sacchetti, M., Saltin, B. & Pedersen, B.K. (2000). Production of interleukin-6 in contracting human skeletal muscles can account for the exercise-induced increase in plasma interleukin-6. *The Journal of Physiology (529)*, 237-242.
- Stoedefalke, K. (2007). Effects of exercise training on blood lipids and lipoproteins in children and adolescents. *Journal of Sports Science and Medicine, (6)*. 313-318.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., et al. (2005). Evidence based physical activity for school-aged youth. *The Journal of Pediatrics*, 146 (6): 732-73
- Thomas, N.E. et al. (2008). C-reactive protein in schoolchildren and its relations to adiposity, physical activity, aerobic fitness and habitual diet. *Journal of Sports Medicine, 42*, 357-360
- Trost, S.G., Pate, R.R., Sallis, J.F., Freedson, P.S., Taylor, W.C., Dowda, M., Sirard, J. (2002). Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise, (02)*, 350-355
- Visser, M., Bouter, L.M., McQuillan, G.M., Wener, M.H., Harris, T.BG.,(2001) Low-grade systemic inflammation in overweight children. *Pediatrics (107)*: E13
- Vollmar, A. & Dingermann, T. (2005). *Immunologie. Grundlagen und Wirkstoffe*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft: Stuttgart.
- Weiss R., Dzura, J., Burget, T.S., Tamborlane, W.V., Taksali, S.E., Yeckel, C.w., Allen, K., Lopes, M., Savoye M., Morrison j., Sherwin R.S., Caprio S. (2004). Obesity and the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *The new England Journal of Medicine, (350)*, 2362-2374.

Wilund, K.R. (2007). Is the anti-inflammatory effect of regular exercise responsible for reduced cardiovascular disease?. *Clinical Science*. Vol. 112, (11-12), 543-555

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Blutbestandteile vom selben Ursprung (Madigan et al., 2001, S. 899).....	- 11 -
Abbildung 2: Auflistung der wichtigsten Zytokine (Roitt et al, 1995, S. 118)	- 16 -
Abbildung 3:Biologische Wirkungen der Zytokine TNF-alpha, IL-1 und IL-6 (Janeway et al.,2002 ,S. 84).....	- 20 -
Abbildung 4: Verlauf der Leukozytenzahl vor und nach Belastungen bei unterschiedlicher Intensität (Mooren, 2003).....	- 25 -
Abbildung 5: Die J-förmige Kurve zwischen Belastungsintensität, Umfang und Immunkompetenz (König, 2000)	- 26 -
Abbildung 6:Anzahl der Sportstunden der beiden Schultypen	- 36 -
Abbildung 7: Beispiel einer Mikroplatte.....	- 40 -
Abbildung 8: Standards des TNF-alpha (R&D Systems, 2010, S.8)	- 42 -
Abbildung 9: Standards des IL-6 (R&D Systems, 2009, S.6).....	- 44 -
Abbildung 10: Studienbeteiligung nach Schultyp und Geschlecht	- 48 -
Abbildung 11: Aufteilung in Altersgruppen.....	- 49 -
Abbildung 12: Aufteilung des Geschlechts	- 50 -
Abbildung 13: Aufteilung der Geschlechts in Altersgruppen	- 50 -
Abbildung 14: Aufteilung des Geschlechts nach Schultyp	- 51 -
Abbildung 15: Aufteilung nach Schultyp	- 52 -
Abbildung 16: Schultyp und Altersgruppe.....	- 53 -
Abbildung 17: BMI und Alter.....	- 54 -
Abbildung 18: körperlich aktive Tage (mind. 60 min) pro Woche bezogen auf die gesamte Stichprobe.....	- 56 -
Abbildung 19: Aufteilung der körperlichen Aktivität/Woche nach Schultyp.....	- 58 -
Abbildung 20: körperliche Aktivität nach Geschlecht im Leistungssportzweig.....	- 59 -
Abbildung 21: körperliche Aktivität nach Geschlecht in der Regelschule	- 60 -
Abbildung 22: Häufigkeitsdarstellung der Levels vom Shuttle Run	- 62 -
Abbildung 23: Körperliche Fitness und Geschlecht	- 64 -
Abbildung 24: Körperliche Fitness und Schultyp	- 65 -
Abbildung 25: Körperliche Fitness der Regelschule aufgeteilt in Geschlecht.....	- 66 -
Abbildung 26: Körperliche Fitness des Leistungssportzweiges aufgeteilt in Geschlecht-	67 -
-	
Abbildung 27: Vergleich der körperlichen Fitness und den Altersgruppen	- 67 -
Abbildung 28: Streudiagramm TNF-alpha und Alter	- 69 -
Abbildung 29: Streudiagramm IL-6 und Alter.....	- 70 -

Abbildung 30: Streudiagramm CRP und Alter	- 70 -
Abbildung 31: Boxplot TNF-alpha und Geschlecht	- 71 -
Abbildung 32: Boxplot: IL-6 und Geschlecht.....	- 72 -
Abbildung 33: Boxplot: CRP und Geschlecht	- 73 -
Abbildung 34: Boxplot: TNF-alpha und Schultyp	- 75 -
Abbildung 35: Boxplot: IL-6 und Schultyp.....	- 76 -
Abbildung 36: Boxplot: CRP und Schultyp	- 76 -
Abbildung 37: Korrelation zwischen TNF-alpha und BMI.....	- 78 -
Abbildung 38: Korrelation zwischen TNF-alpha und BMI in der Regelschule.....	- 79 -
Abbildung 39: Korrelation zwischen TNF-alpha und BMI in dem Leistungssportzweig	- 79 -
Abbildung 40: Korrelation zwischen IL-6 und BMI	- 80 -
Abbildung 41: Korrelation zwischen IL-6 und BMI in der Regelschule	- 80 -
Abbildung 42: Korrelation zwischen IL-6 und BMI im Leistungssportzweig.....	- 81 -
Abbildung 43: Korrelation zwischen CRP und BMI	- 81 -
Abbildung 44: Korrelation zwischen BMI und CRP in der Regelschule.....	- 82 -
Abbildung 45: Korrelation zwischen BMI und CRP im Leistungssportzweig	- 82 -

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der Normalwerte der Zellen im menschlichen Blut.....	- 9 -
Tabelle 2: Klassifikation der Adipositas nach dem BMI.	- 31 -
Tabelle 3: Abstufungen des Korrelationskoeffizienten bezüglich Zusammenhangsstärke	- 46 -
Tabelle 4: Auflistung der Parameter bezüglich Normalverteilung.....	- 46 -
Tabelle 5: Vergleich von BMI und Schultyp	- 55 -
Tabelle 6: Körperliche Aktivität in Zusammenhang mit Schultyp und Altersgruppen....	- 57 -
Tabelle 7: Auflistung Shuttle Run in Levels und km/h.....	- 61 -
Tabelle 8: Körperliche Fitness in Zusammenhang mit Schultyp und Altersgruppen.....	- 63 -
Tabelle 9: Stichprobenzahl, Median und Range der Inflamationsparameter	- 68 -
Tabelle 10: Korrelationen der Inflamationsparameter untereinander	- 69 -
Tabelle 11: Deskriptive Statistik von TNF-alpha und Geschlecht.....	- 71 -
Tabelle 12: Deskriptive Statistik von IL-6 und Geschlecht	- 72 -
Tabelle 13: Deskriptive Statistik von CRP und Geschlecht.....	- 73 -
Tabelle 14:Vergleich von TNF- α , IL-6, CRP und Geschlecht hinsichtlich der Altersgruppen	- 74 -
Tabelle 15: Auflistung der Mediane der Inflamationsparameter in Unterteilung des Schultyps	- 75 -
Tabelle 16: Vergleich von TNF- α , IL-6, CRP und Schultyp hinsichtlich der Altersgruppen...	- 77 -
Tabelle 17: Zusammenfassende Tabelle über BMI und Schultyp sowie BMI und Altersgruppen.....	- 83 -
Tabelle 18: Inflamationsparameter und körperliche Aktivität hinsichtlich des Schultyps und Altersgruppe.....	- 84 -
Tabelle 19: Inflamationsparameter und körperliche Aktivität in Abhängigkeit des Geschlechts	- 85 -
Tabelle 20: Inflamationsparameter und körperliche Fitness hinsichtlich des Schultyps und Altersgruppe.....	- 86 -
Tabelle 21: Inflamationsparameter und körperliche Fitness in Abhängigkeit des Geschlechts	- 87 -

12Anhang

Im Anhang sind einerseits der Aktivitätsfragebogen zu finden und andererseits die eidesstaatliche Erklärung.

Ein Lebenslauf ist ebenfalls vorzufinden.

Aktivitätsfragebogen

Name: _____

Klasse: _____

I. Körperlich sportliche Aktivität allgemein

Körperliche Aktivitäten schließen alle Tätigkeiten ein, bei denen das Herz schneller schlägt und für einige Zeit die Atmung erhöht ist. Zu den körperlichen Aktivitäten zählen beispielsweise Sport, Spielen mit Freunden oder der Fußweg zur Schule. Einige Beispiele hierfür sind: Laufen, anstrengendes Wandern, Inline skaten, Rad fahren, Tanzen, Skateboarden, Schwimmen, Basketball, Fußball,

Frage 1 und 2 beziehen sich auf die gesamte Zeit, die du jeden Tag körperlich aktiv bist. Zähle die gesamte Zeit zusammen, die du jeden Tag mit körperlichen Aktivitäten verbringst (den Turnunterricht in der Schule nicht mit eingeschlossen).

1. An wie vielen der letzten sieben Tage warst du für mindestens 60min am Tag körperlich aktiv?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0 Tage	1	2	3	4	5	6	7 Tage

2. An wie vielen Tagen einer normalen Woche bist du für mindestens 60min am Tag körperlich aktiv?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0 Tage	1	2	3	4	5	6	7 Tage

II. Sportliche Aktivität in der Schule

3. Wie oft hast du eine angeleitete Bewegungszeit/Turnstunde in der Schule?

(Wenn nie, dann weiter mit Frage 6)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5x	4x	3x	2x	1x	weniger als 1x	nie
pro Woche	pro W.	pro W.	pro W.	pro W.	pro W.	

4. Wie viele Stunden pro Woche sind das in der Regel? _____ Std./Woche

5. Wie sehr strengst du dich in der Regel dabei an? (nur eine Antwort)

- ohne zu schwitzen und ohne Kurzatmigkeit/schnaufen
- etwas schwitzen und etwas Kurzatmigkeit/schnaufen
- viel schwitzen und Kurzatmigkeit/schnaufen

6. Bist du in einem Sport-Freigegegenstand in der Schule? (Fußball, Volleyball, etc.)?

- Nein (weiter bei Frage 9)
- ja (weiter bei Frage 7)

7. In welchem(n) Sport-Freigegegenstand(en) bist du? _____

8. Wie viele Unterrichtsstunden (á 50min) pro Woche sind das in der Regel zusammen?

_____ Unterrichtsstunden (á 50min) pro Woche

III. Körperliche Aktivität im Alltag

9. Wie kommst du meistens zur Schule?

- zu Fuß

Wie viele Minuten brauchst du für eine Strecke ohne Rückweg? _____ min

- mit dem Fahrrad

Wie viele Minuten brauchst du für eine Strecke ohne Rückweg? _____ min

- mit dem Bus oder der Bahn
- mit dem Auto

10. Wie häufig pro Woche bist du in der Regel im Freien aktiv?

- | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| täglich | 6x | 5x | 4x | 3x | 2x | 1x | <1x | nie |
| | pro W. | pro W. | pro W. | pro W. | pro W. | Pro W. | pro W. | |

11. Arbeitest du im Garten oder in der Landwirtschaft mit?

- | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| täglich | 6x | 5x | 4x | 3x | 2x | 1x | <1x | nie |
| | pro W. | pro W. | pro W. | pro W. | pro W. | pro W. | pro W. | |

12. Wie groß ist die Entfernung, die du täglich zu Fuß gehst?

- Ich gehe fast nie zu Fuß
- Ich gehe weniger als einen km/Tag zu Fuß (nur im Haus)
- Ich gehe 1-2 km/Tag zu Fuß (15 bis 30 min pro Tag)
- Ich gehe 3-5 km/Tag zu Fuß (30 bis 60 min pro Tag)
- Ich gehe 6-9 km/Tag zu Fuß (1 bis 2 h pro Tag)
- Ich gehe 10 km und mehr am Tag zu Fuß (mehr als 2 h pro Tag)

IV. Verfügbarkeit von Sportstätten

13. Von mir bis zum nächsten Sportplatz ist es sehr weit
Nein Ja

14. Wenn ich Sport treiben will, fehlen mir Geräte und Einrichtungen

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| immer | sehr oft | oft | gelegentlich | selten | sehr selten | nie |

V. Sportliche Aktivität in der Freizeit organisiert im Verein

15. Bist du Mitglied in einem Sportverein? (nur eine Antwort möglich)

- Ja, ich bin derzeit Mitglied in einem Sportverein.
- Ja, ich bin derzeit Mitglied in mehreren Sportvereinen _____ (Anzahl).
- Ich war früher Mitglied in einem Sportverein aber jetzt nicht mehr (weiter bei Frage 22).
- Nein, ich war noch nie Mitglied in einem Sportverein (weiter bei Frage 22).

16. Welche Sportart(en) betreibst du im Verein?	Sportart A _____	Sportart B _____	Sportart C _____
17. Wie häufig betreibst du die jeweilige Sportart pro Woche (im Verein)?	_____mal pro Woche	_____mal pro Woche	_____mal pro Woche
18. Wie lange dauert das Training (ohne Wegzeit, Umziehen, Duschen)?	_____min	_____min	_____min
19. In welchen Monaten führst du die jeweilige Sportart aus? (zutreffendes ankreuzen)	Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez	Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez	Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
20. Wie sehr strengst du dich bei der jeweiligen Sportart in der Regel an? (nur eine Antwort)	Ohne zu schwitzen und ohne Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Etwas schwitzen und etwas Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Viel schwitzen und Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/>	Ohne zu schwitzen und ohne Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Etwas schwitzen und etwas Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Viel schwitzen und Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/>	Ohne zu schwitzen und ohne Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Etwas schwitzen und etwas Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Viel schwitzen und Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/>

21. Nimmst du an Wettkämpfen (Wettspielen) teil?

Nein

Ja - Welche Sportart(en)? _____

VI. Sportliche Aktivität in der Freizeit außerhalb des Vereins

22. Betreibst du sonst irgendeine Sportart außerhalb des Vereins?

- Nein (weiter bei Frage 28) Ja – (weiter bei Frage 23)

23. Welche Sportart(en) betreibst du außerhalb des Verein?	Sportart A _____	Sportart B _____	Sportart C _____
24. Wie häufig betreibst du die jeweilige Sportart pro Woche (außerhalb des Verein)?	_____mal pro Woche	_____mal pro Woche	_____mal pro Woche
25. Wie viele Minuten sind das pro Woche (ohne Wegzeit, Umziehen, Duschen)?	_____min	_____min	_____min
26. In welchen Monaten führst du die jeweilige Sportart aus? (zutreffendes ankreuzen)	Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez	Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez	Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
27. Wie sehr strengst du dich bei der jeweiligen Sportart in der Regel an? (nur eine Antwort)	Ohne zu schwitzen und ohne Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Etwas schwitzen und etwas Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Viel schwitzen und Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/>	Ohne zu schwitzen und ohne Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Etwas schwitzen und etwas Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Viel schwitzen und Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/>	Ohne zu schwitzen und ohne Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Etwas schwitzen und etwas Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/> Viel schwitzen und Kurzatmigkeit/schnaufen <input type="checkbox"/>

VII. Sonstige Fragen

28. Wie groß ist dein Interesse am Sport? (nur eine Antwort möglich)

- sehr groß
 groß
 mittel
 gering
 sehr gering

29. Treibt dein Vater regelmäßig Sport? nein ja

30. Treibt deine Mutter regelmäßig Sport? nein ja

31. Treiben deine Geschwister regelmäßig Sport? nein ja
 habe keine Geschwister

32. Wie viele von deinen Freunden/Freundinnen treiben regelmäßig Sport?

- gar keine
 nur wenige
 einige
 die meisten

Beurteile die nachfolgenden Aussagen:

Wenn ich regelmäßig Sport treibe, dann ...

	stimme überhaupt nicht zu	stimme eher zu	stimme teils/teils zu	stimme überwiegend zu	stimme voll u. ganz zu
33. ... werde ich nicht so leicht krank.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. ... kann ich mich leicht verletzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. ... verbessere ich meine Kondition.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36. ... bleibe ich beweglich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37. ... habe ich eine gute Figur und sehe gut aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38. ... mache ich etwas mit anderen Leuten zusammen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39. ... tobe ich mich so richtig aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

40. ... vertreibt mir das die Langeweile.

41. ... hilft mir das mich von meinen
Problemen abzulenken.

Ich treibe Sport...

stimme
überhaupt
nicht zu

stimme
eher zu

stimme
teils/teils
zu

stimme
überwiegend
zu

stimme
voll u.
ganz zu

42. ... um Spaß zu haben.

43. ... um gemeinsam etwas mit anderen
zu machen.

44. ... um etwas für meine Gesundheit zu
tun.

45. ... um mich zu entspannen.

46. ... um etwas für meine Figur zu tun.

47. ... um mich abzureagieren.

48. ... um meine Kräfte mit anderen zu
messen.

49. ... um mich fit zu halten.

50. ... um meine Leistungsfähigkeit zu
verbessern.

51. ... sonstiges _____

Vielen Dank für deine Mithilfe!

Eidesstaatliche Erklärung

„Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde daher weder an einer anderen Stelle eingereicht noch von anderen Personen vorgelegt.“

Des Weiteren habe ich mich zur Einhaltung der Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis verpflichtet sowie die gesetzlichen Grundlagen zur Kenntnis genommen.

Wien, im Mai 2010

Andrea Kirchberger

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name Andrea Kirchberger
Geburtsdatum: 30. 08. 1985 in Zwettl
Geburtsort: Zwettl
Staatsbürgerschaft Österreich
Wohnsitz Wien, Ottenschlag

Eltern Paul und Elfriede Kirchberger

Bildungsgang:

4 Jahre Volksschule Ottenschlag
4 Jahre Hauptschule Ottenschlag
5 Jahre Handelsakademie Zwettl
Abschluss des Bakkalaureatstudiums Sportmanagement
Abschluss des Bakkalaureatstudiums Gesundheitssport
Bis 2010: Magisterstudium Sportwissenschaften an der Uni Wien

Ausbildungen:

2001: Vorturnerkurs (Veranstalter: UNION) in Ottenschlag
2004: Übungsleiterkurs (Veranstalter UNION) in Ottenschlag
2006: Nordic-Walking Lehrausbildung (USI)
2007: Massagegrundausbildung (USI)
2007: Seniorenübungsleiterkurs (Sportunion NÖ)
2009: Aerobic-Übungsleiterkurs (Sportunion)