

Diplomarbeit

**Eigenfetttransfer im Gesicht, Indikationen, Methoden,
Komplikationen und Ergebnisse**

eingereicht von

Pia Schaffer

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor(in) der gesamten Heilkunde

(Drⁱⁿ. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

LKH Universitätsklinikum Graz

ausgeführt an der

Klinischen Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

unter der Anleitung von

Univ. OA Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Dr.med.dent. MSc

Michael Schwaiger

Univ.-Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.med.dent. Wolfgang Zemann

Graz, 25.07.2025

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Des Weiteren erkläre ich hiermit, dass, sofern bei der Erstellung dieser Arbeit Künstliche Intelligenz (KI) Werkzeuge zur Generierung und/oder Korrektur bestimmter Textpassagen verwendet wurden, dieser Einsatz unter Einhaltung ethischer Grundsätze, akademischer Integrität und den Vorgaben meiner Universität erfolgte, sowie in Folge dies transparent gemacht und in angemessener Weise gekennzeichnet wurde.

Graz, am 25.07.2025

Pia Schaffer eh.

Zusammenfassung

Hintergrund: Seit einigen Jahren werden Eigenfetttransplantationen im Gesicht in der ästhetischen und rekonstruktiven Chirurgie regelmäßig durchgeführt. Fettgewinnung, Aufbereitung und Injektion können auf verschiedene Weise durchgeführt werden. Die Anwendung von Nanofett und die Anreicherung von Fett mit Zellbestandteilen, sowie die Ergebnisse dieser neuen Techniken, werden kritisch hinterfragt und diskutiert. Diese Literaturrecherche zielt darauf ab das klinische Potenzial der verschiedenen Methoden, deren Indikationen, Komplikationen und Ergebnisse zu untersuchen, sowie das Evidenzniveau der vorhandenen Literatur zu bewerten. Die Arbeit soll als Guideline und Überblick des Eigenfetttransfers (EFT) im Gesicht dienen und analysiert folgende Punkte:

Primär: Was sind die häufigsten Komplikationen beim autologen Fetttransfer im Bereich des Gesichts, wann treten sie auf und was ist der Schweregrad? Welche Indikationen gibt es, ist das Ergebnis unabhängig davon, ob es sich um eine kosmetische oder rekonstruktive Indikation handelt? Wie ist das Ergebnis eines Eigenfetttransfers, stabilisiert sich das Volumen ab einem gewissen Zeitpunkt und welche ist die beste Messmethode diesbezüglich? Sekundär: Welchen Einfluss hat die Zugabe von PRP, SVF und adipose-derived stromal cells (ADSCs) auf das Transplantat?

Methode: Die Studie wurde anhand einer Literaturrecherche durchgeführt. Die Datenbanken von PubMed und Embase wurden mit verschiedenen Suchbegriffen zum Thema „autologous fat transfere in the facial region“ und mit booleschen Operatoren durchsucht. Nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien wurde die verbliebene Literatur zur Erstellung der Arbeit und deren Bedeutung für die klinische Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie herangezogen.

Ergebnisse: Die Literatursuche ergab 275 Artikel, wovon nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien 40 in der Arbeit inkludiert wurden. Das Evidenzniveau der Studien lag zwischen Ia und V, während nur 3 Studien ein Level über 1c aufwiesen, zeigte die Hälfte der Studien ein Level gleich bzw. unter IV.

Diskussion: Der EFT im Gesicht zeigt großes Potential hinsichtlich Anwendungsspektren und Ergebnissen. Indikationen präsentieren sich sowohl im ästhetischen wie auch im rekonstruktiven Bereich, tendenziell wurde bei kongenitalen Deformitäten von besseren Ergebnissen berichtet. Eine präzise Voraussage bezüglich Retentionsrate bleibt aufgrund der Variabilität der Entnahme, Aufbereitung und Injektion weiterhin schwierig. Es zeigt sich eine geringe Komplikationsrate, schwere Komplikationen wie Embolien, wenn auch selten, können nicht ausgeschlossen werden. Die Mehrheit der Autoren berichtet von einer

Volumenstabilisierung nach 3 Monaten. Hinsichtlich einer geeigneten Messmethode zeigt sich kein einheitlicher Konsens. Während sich SVF, ADSCs und PRP in einigen Studien als potenziell vorteilhaft erweisen, bleibt eine abschließende Bewertung ihres klinischen Nutzens aufgrund fehlender standardisierter Studien weiterhin nicht möglich.

Fazit: Mit einer hohen Patientenzufriedenheit und wenigen Komplikationen präsentiert sich der EFT im Gesicht als eine sichere Methode. Der Einsatz von Zellzusätzen verspricht verbesserte Retention, ist jedoch noch nicht abschließend bewertet, da es an qualitativen und quantitativen Studien fehlt. Unterstützt von standardisierten Verfahren, Zellzusätzen und technologischen Hilfsmitteln, könnte der EFT zukünftig einen noch größeren Stellenwert im Bereich der ästhetischen und rekonstruktiven Chirurgie erlangen.

Abstract

Background:

Autologous fat transfer in the facial region is a technique in aesthetic and reconstructive surgery that has been used for several years now. Different methods for fat harvesting, processing and injection are known. The use of nanofat, the addition of cells and the corresponding results will be critically questioned and discussed. The objective of this literature research is to appraise the clinical potential of each method, their indications, complications and outcomes. Furthermore, the level of evidence regarding the included studies will be assessed. The work is intended to serve as a guideline and overview for AFT in the facial region and analyses the following:

Primarily: What are the most common complications of autologous fat transfer in the facial region, when do they occur and what is the severity of each one. What are indications, does the outcome dependent on whether the indication was aesthetic or reconstructive? What are the results that can be expected of autologous fat transfer, will the volume stabilize itself after a certain amount of time and what is the best method of measurement regarding this?

Secondary: What influence does the addition of PRP, SVF and adipose-derived stromal cells (ADSCs) have on the transplant?

Methods: The study was conducted via literature research. Databases like PubMed and Embase were searched using various search terms related to „autologous fat transfer in the facial region“ combined with Boolean operators. After applying the predefined inclusion and exclusion criteria, the remaining literature was used to write the study and discuss its significance for clinical oral and maxillofacial surgery.

Results: Out of the 275 found papers, 40 remained after the application of the inclusion and exclusion criteria and were included in this work. The papers revealed a level of evidence between 1a and V, while only three papers exhibited a level over 1c, half the papers presented a level equal or lower than IV.

Discussion: AFT presents a lot of potential regarding the range of application and results. While indications can be found in the aesthetic and reconstructive field, the best results were reported in patients with congenital deformities. A precise prediction of the retention rate remains difficult due to great variability regarding harvesting method, processing technique and injection. While the complication rate is generally low, although rare, serious complications such as embolisms cannot be ruled out. The majority of authors report volume stabilization after 3 months. Uniform consensus on a suitable measurement method was not achieved. While SVF, ADSCs and PRP have shown to be potentially beneficial in

some studies, a conclusive assessment of their clinical benefit isn't possible due to a lack of standardized studies.

Conclusion: High patient satisfaction and few complications make AFT in the facial region a safe and efficient method. The use of cell additives promises improved retention but has not yet been conclusively evaluated due to a lack of qualitative and quantitative studies. In the future, supported by standardized procedures, cell additives and technological aids, AFT could reach an even more prominent role in the field of aesthetic and reconstructive surgery.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	iii
Abstract	v
Inhaltsverzeichnis	vii
Abkürzungsverzeichnis	ix
Grafikverzeichnis	x
Tabellenverzeichnis	xi
1 Einleitung	1
1.1 Ziel der Studie	1
1.2 Struktur der Diplomarbeit.....	1
2 Eigenfetttransfer	2
2.1 Grundlagen	2
3 Anwendungsmöglichkeiten.....	3
3.1 Anatomische Grundlagen	3
3.1.1 Schichten	3
3.1.2 SMAS	3
3.1.3 Arteriell System	5
3.1.4 Venöses System	7
3.1.5 Nerven	7
4 Methoden und Techniken	8
4.1 Fettgewinnung	8
4.2 Aufbereitung des Fettgewebes.....	9
4.3 Injektionstechnik	10
4.3.1 Kanülentypen.....	10
4.3.2 Schichtweise Injektion.....	11
4.3.3 Volumen.....	12
4.4 Indikationen	13
4.5 Erweiterte Verfahren mit Zusatzstoffen.....	13
4.5.1 Mikrofett.....	13
4.5.2 Nanofett	13
4.5.3 SVF, PRP, ADSCs – Gewinnung und Mischung.....	14
5 Methode.....	17
6 Ergebnisse	19

7	Diskussion.....	24
7.1	Indikation.....	24
7.2	Technik.....	26
7.3	Komplikationen.....	30
7.3.1	Embolie.....	33
7.4	Ergebnisse.....	35
7.5	Zusätze.....	38
8	Fazit.....	43
9	Referenzen.....	46

Abkürzungsverzeichnis

EFT/AFT	Eigenfetttransfer/Autologerfetttransfer
ADSC	Adipöse mesenchymale Stammzellen (adipose-derived stem cells)
SVF	Stromal vascular fraction
PRP	Platelet-rich plasma
SMAS	Superfizielles muskuloaponeurotisches System
PDGF	Platelet-derived-growth-factor
TGF β	Transforming-growth-factor beta
IGF	Insulin-like growth factor
VEGF	Vascular-endothelial-growth-factor
EGF	Endothelial-growth-factor
ACI	Arteria carotis interna
ACE	Arteria carotis externa
AO	Arteria ophthalmica
AC	Arteria cerebialis
OAO	Okklusion Arteria ophthalmica
OAC	Okklusion Arteria cerebialis
MMS	Mean satisfaction score
AR	Augmented reality
CAL	Cell assisted lipotransfer

Grafikverzeichnis

Abbildung 1 - SMAS (Clark et al. 2023).....	3
Abbildung 2 - Gesichtsarterien (Isaac et al., 2023)	5
Abbildung 3 - Risikobereiche (Isaac et al. 2023)	6
Abbildung 4 - Schichten (Isaac et al. 2023)	6
Abbildung 5 - Zentrifugation (Fontes et al., 2018).....	9
Abbildung 6 - Injektionstechniken (Clark et al. 2023)	11
Abbildung 7 - SVF (Laloze et al., 2017)	16
Abbildung 8 - ADSCs Eigenschaften (Ansari Lari et al., 2024)	16
Abbildung 10 - Fazialisparese (Pappalardo et al. 2022).....	25
Abbildung 11 - Retentionsrate Aufbereitungsarten (Wu et al., 2018)	28
Abbildung 12 - Komplikationen nach Schweregrad (Schiraldi et al. 2022 & Brucato et al. 2024).....	32
Abbildung 13 - Arterienembolie und Auswirkungen (Moellhoff et al. 2023).....	34
Abbildung 14 - Überblick Komplikationen (Brown et al. 2024).....	35
Abbildung 15 - SVF nach 6 Monaten – (Surowiecka et al. 2022)	40
Abbildung 16 - Gesichtslinienkorrektur (La Padula et al. 2023).....	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Volumen pro Region.....	12
Tabelle 2 - Mikro- vs Nanofett (Atiyeh et al., 2021; La Padula et al., 2023; Menkes et al., 2020; Onur Erol, 2014).....	14
Tabelle 3 - Ein- und Ausschlusskriterien	17
Tabelle 4 - Definition of level of evidence (Burns, Rohrich and Chung, 2021)	18
Tabelle 5 - Level of evidence der Studien	23
Tabelle 6 - Indikationen	26
Tabelle 7 - Best practice tips.....	29
Tabelle 8 - Komplikationen	31
Tabelle 9 - Schweregrad Komplikationen Schirald & Brucato	32
Tabelle 10 - Symptomauftritt.....	33
Tabelle 11 - Ergebnis Narben/Hautverfärbung/Falten	42

1 Einleitung

1.1 Ziel der Studie

Die Eigenfetttransplantation ist ein Verfahren, welches seit einiger Zeit im rekonstruktiven sowie im kosmetischen Bereich regelmäßig durchgeführt wird und einen immer größer werdenden Stellenwert erlangt. Das Anwendungsspektrum ist breit, von der Behandlung von Brandnarben, der Rekonstruktion nach Traumata im Gesichtsbereich, der Rekonstruktion bei angeborenen Anomalien, ästhetischen Brustvergrößerungen, bis zur Gesichtskonturierung und vielem mehr. Autologe Transplantate sorgen für inhärente biokompatible Eigenschaften und verursachen somit, im Vergleich zu chemisch hergestellten Füllern, keine adverse Reaktion.

Diese Studie soll einen Überblick über die verschiedenen Techniken, Methoden der Zubereitung, Indikationen, Komplikationen und Ergebnisse des EFTs liefern. Ebenso wird anhand der Literatur eine kritische Schlussfolgerung über die Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden, deren Techniken und deren Anwendungsbereichen verfasst.

1.2 Struktur der Diplomarbeit

Einleitend erfolgt eine kurze Einführung in die Grundlagen und ein kurzer Überblick über die wichtigsten anatomischen Strukturen, welche beim EFT zu beachten sind. Es folgt ein Überblick zum Thema EFT, den vorhandenen Techniken der Fettgewinnung, deren Aufbereitung und deren Injektionsmöglichkeiten. Der Unterschied zwischen Mikro- und Nanofett wird dargestellt und die relevanten Zellzusätze (SVF, ADSCS und PRP) werden erklärt. Schlussendlich werden die Indikationen, Komplikationen, Zellzusätze und Ergebnisse des EFTs revidiert. Der Überblick und die Ergebnisse basieren auf der elektronischen Literaturrecherche der Datenbanken Pubmed und Embase.

Im finalen Teil der Diplomarbeit werden dann die Ergebnisse der Literaturrecherche und deren Auswirkungen auf die praktische Anwendung in der Klinik besprochen. Am Ende folgt eine Zusammenfassung mit einem Ausblick in die zukünftige Rolle des EFT im plastischen und rekonstruktiven Bereich.

2 Eigenfetttransfer

2.1 Grundlagen

Eigenfetttransfer findet seinen Nutzen in der rekonstruktiven und ästhetischen Chirurgie. Es handelt sich um eine biokompatible, natürliche und kostengünstige Methode zur Augmentation und zum Ersatz von Weichteilgewebe. Durch den autologen Aspekt treten keine Immunreaktionen, welche zu einer Abstoßung führen könnten, auf.(Fontes et al., 2018)

Das entnommene Fettgewebe kann nicht nur als Volumenersatz dienen, sondern auch zur strukturellen und qualitativen Gewebsverbesserung herangezogen werden. Über die letzten Jahre wurden viele verschiedene Methoden der Fettgewinnung, deren Verarbeitung und deren Injektionsmethoden angewandt. Trotz großer Fortschritte in diesem Bereich kommt es aufgrund fehlender standardisierter Leitfäden, sowie der Unvorhersehbarkeit der Resorptionsmenge des transplantierten Gewebes zu erheblichen Einschränkungen hinsichtlich der Vorhersagbarkeit des Transplantaterhalts. Dies kann zu unbefriedigenden Ergebnissen oder der Notwendigkeit von Mehrfachinjektionen führen.

Das gewonnene Fettgewebe besteht aus reifen Adipozyten, extrazellulärer Matrix sowie einer stromal-vaskulären Fraktion (SVF), welche aus verschiedenen Zellen wie adipösen mesenchymalen Stammzellen, Erythrozyten, Perizyten, Endothelzellen, Fibroblasten, vaskulären, glatten Muskelzellen (VSMC), hämopoetischen Zellen und anderen Immunzellen besteht (Fontes et al., 2018).

Fettgewebe gilt als Gewebe mit der höchsten Anzahl an adulten Stammzellen (ADSCs). Im Gegensatz zu reifen Adipozyten, welche sich nach der Entnahme nicht mehr replizieren, und durch Zelluntergang inflammatorische Prozesse auslösen können, besitzen ADSCs das Potential eine mehrstufige Differenzierung durchzumachen. Somit spielen sie eine wichtige Rolle hinsichtlich des Transplantaterhalts.

3 Anwendungsmöglichkeiten

3.1 Anatomische Grundlagen

Detailliertes Wissen in Bezug auf die anatomischen Strukturen ist essenziell, um unerwünschte Ergebnisse und Komplikationen zu vermeiden.

3.1.1 Schichten

Das Gesicht besteht aus 5 konzentrischen Schichten, von oberflächlich zu tief liegend: Haut (1), oberflächliches Fett (2), Muskulatur = SMAS (3), tiefes Fett (4), Knochen (5). Ausnahmen sind die Stirn (10 Schichten), die Tränenrinnen (3 Schichten) und die präaurikuläre Region (7 Schichten) (Isaac et al., 2023).

3.1.2 SMAS

Das superfizielle muskuloaponeurotische System (SMAS) ist eine von Nerven und Blutgefäßen durchzogene feste Faserplatte, welche die Gesichtsmuskulatur mit der Haut verbindet. Injektionen erfolgen meist in der sub- oder supra-SMAS-Schicht, abhängig von dem zu injizierenden Produkt.

Man unterscheidet zwischen superfizieller und tiefer Schicht sowie den jeweiligen anatomischen Gesichtsräumen (obere, mittlere und untere Gesichtshälfte) (Clark et al., 2023).



Abbildung 1 - SMAS (Clark et al. 2023)

Obere Gesichtshälfte: Sie umfasst die Stirn- und temporalen Fettkompartimente, sowie die superioren, inferioren und lateralen Augenfettkompartimente. Die superioren und inferioren

orbitalen Kompartimente werden durch die medialen und lateralen Kanthuse begrenzt. Das laterale Augenfettkompartiment ist durch das temporale Septum und das superiore Wangenseptum begrenzt und steht in Verbindung mit dem M. zygomaticus major. Das temporale Kompartiment geht in das laterale Wangenfett über, welches wiederum zum zervikalen Fettgewebe in Verbindung steht. (Clark et al., 2023)

Mittlere Gesichtshälfte: Sie kann in sub- und supra-SMAS unterteilt werden.

- *Supra-SMAS:* hier befinden sich mehrere oberflächliche Fettkompartimente, darunter das nasolabiale, mediale, mittlere und laterale Wangenfett. Begrenzt werden diese durch Strukturen wie das Lockwood-Ligament (kranial) und das Ligamentum zygomatico-cutaneum (kaudal). Injektionen zwischen diesen beiden Strukturen bergen das Risiko, Lymphabflussbahnen zu stören, was zu iatrogenen Schwellungen (sogenannten „Wagentaschen“) führen kann. Das mediale Wangenfett liegt dabei lateral des nasolabialen Kompartiments und oberhalb des Kieferfetts, das mittlere Wangenfett anterior und oberflächlich zur Parotisdrüse und das laterale Wangenfett stellt eine Verbindung zum zervikalen Subkutis-Fett dar.
- *Sub-SMAS:* lässt sich durch den Jochbeinäquator horizontal in eine obere und untere Region unterteilen. Die obere Region umfasst den präzygomatischen Raum, suborbicularis oculi und präperiostales Fett, besonders relevant bei Injektionen in die Tränenrinne. Die Arterie angularis befindet sich circa 17 mm von der Mittellinie entfernt und 13 mm unterhalb des medialen Kanthus, kann jedoch bei 30 % der Patient*innen abweichen. Die untere Region beinhaltet tiefes mediales Wangenfett, welches tief unter der mimischen Muskulatur liegt. Dieses Fettkompartiment kann das Auftreten der Nasolabialfalte verringern und ist in der Regel von der Basis der Ohrmuschel zugänglich. Hier liegt die Arterie angularis seitlich und oberflächlich zum tiefen medialen Wangenfettkompartiment und befindet sich innerhalb von 5 mm von der Nasolabialfalte. (Clark et al., 2023)

Untere Gesichtshälfte:

Da sich bei den meisten Patient*innen in der Sub-SMAS-Region des perioralen Gesichts die Arterie facialis mit den dazugehörigen Ästen (A. labiales superiores/inferiores) befindet, erfolgt die Injektionen in dieser Region in der supra-SMAS-Ebene. In der Sub-SMAS-Region der Mandibula verlaufen das osteokutane Halteband des Unterkiefers und das

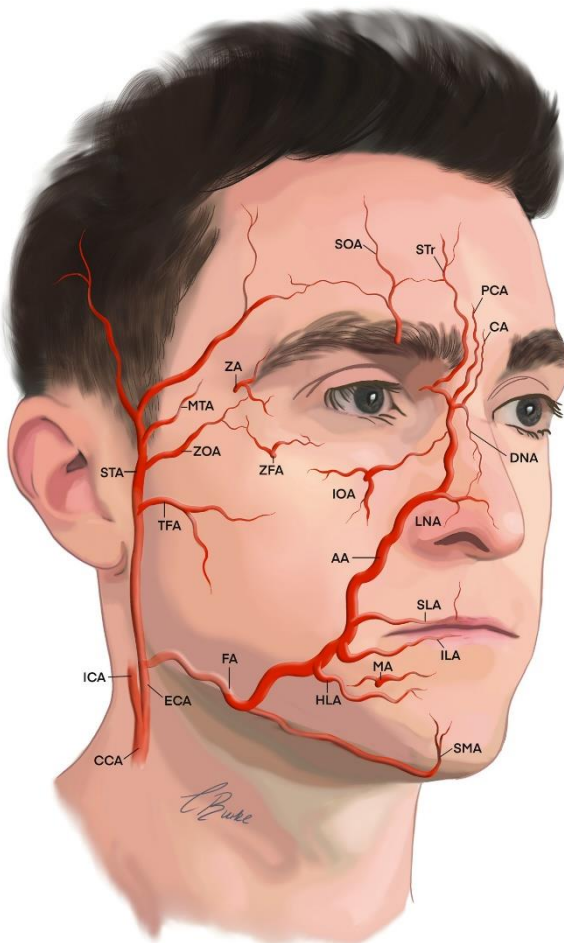
Ligamentum platysma mandibulae. Diese Bänder gelten als Injektionsgrenzen bei der Behandlung der Wange. Die supra-SMAS-Region der Kieferlinie lässt sich in ein oberes und unteres Wangenkompartiment unterteilen, getrennt durch das Lig. platysma mandibulare. Das Kieferkompartiment liegt unter dem nasolabialen Fett und zählt als eigenständige Einheit und steht in funktioneller Verbindung zum M. anguli oris (Clark et al., 2023).

3.1.3 Arteriell System

Das Gesicht wird von der Arteria carotis interna (ACI) und der Arterie carotis externa (ACE) versorgt. Der Versorgungsbereich der ACE liegt mit seinen Ästen (A. facialis & A. maxillaris) in der Region des Gesichtes, während die ACI insbesondere das Gehirn und Teile der Stirn durch den Ast der Arteria ophthalmica versorgt. Beide Arterien stehen über mehrere Anastomosen eng miteinander in Verbindung.

Die Arterien verlaufen abhängig von der Region in unterschiedlichen Schichten, dies ist bei Injektionen kritisch zu betrachten.

Arterielle Versorgung des Gesichts durch ACE und ACI:



Arteries contributing to the vascular supply of the face: (AA) angular artery, (CA) central artery, (CCA) common carotid artery, (DNA) dorsal nasal artery, (ECA) external carotid artery, (FA) facial artery, (HLA) horizontal labiomental, (ICA) internal carotid artery, (ILA) inferior labial artery, (IOA) infraorbital artery, (LNA) lateral nasal artery, (MA) mental artery, (MTA) middle temporal artery, (PCA) paracentral artery, (SLA) superior labial artery, (SMA) Submental artery, (SOA) supraorbital artery, (STA) superficial temporal artery, (STr) supratrochlear artery, (TFA) transverse facial artery, (ZA) zygomaticotemporal artery, (ZFA) zygomaticofacial artery, (ZOA) zygomatico-orbital artery. (Isaac et al., 2023)

Abbildung 2 - Gesichtsarterien (Isaac et al., 2023)

Je nach Gesichtsregion besteht ein unterschiedliches intravaskuläres Injektionsrisiko. Ein hohes Risiko vaskulärer Ereignisse zeigt sich im Bereich von Glabella, Nase, Stirn, Schläfe, Nasolabialfalten und Tränenrinnen. Ein mittleres Risiko besteht im Bereich der Wangen und Lippen, ein geringes in Kinn- und Kiefer-Gegend. Völlig risikofreie Injektionszonen existieren nicht, zusätzlich ist bei allen Patient*innen eine individuelle Variabilität des Gefäßverlaufs vorhanden. Injektionen in die zweite, dritte oder vierte Schicht sind am risikoreichsten (Isaac et al., 2023).

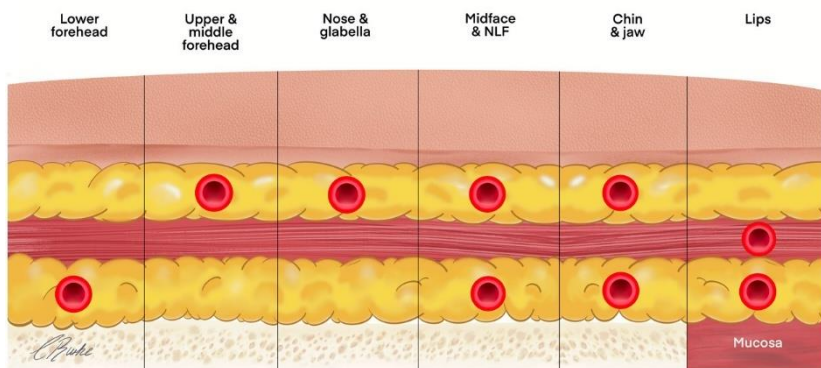


Abbildung 4 - Schichten (Isaac et al. 2023)

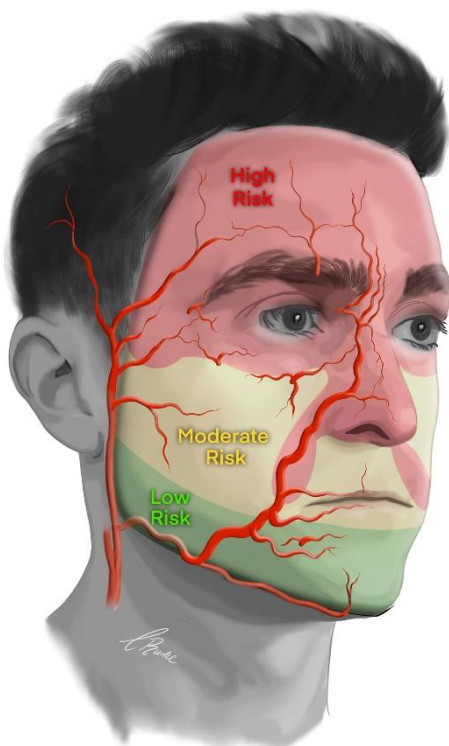


Abbildung 3 - Risikobereiche (Isaac et al. 2023)

3.1.4 Venöses System

Ebenso wichtig ist es ein grundlegendes Verständnis über den Verlauf des Venösen Systems zu besitzen. Mehrere Studien belegen, dass es bedingt durch venöse Verschlüsse zu Komplikationen kommt. Nach der Injektion von Fett in das venöse System kann es durch retrograden Fluss und Arteriovenöse-Shunts zu Embolien kommen.

Weiters steht das Gesichtsvenensystem mehrfach mit den intrazerebralen Venen in Verbindung, dies kann zur Ausbreitung von Infektionen vom Gesicht zu den intrakraniellen Venenhöhlen führen. Trotz diesem Wissen fehlt es an umfassenden Daten bezüglich Verlaufes und Zuflüssen der Gesichtsvenen, vor allem im Vergleich zum arteriellen System.

Der primäre venöse Abfluss der Gesichtsvenen erfolgt über die V. facialis sowie die V. Retromandibularis. Während die meisten Venen ihre entsprechenden Arterien begleiten, gibt es einige Ausnahmen. Die V. Ophthalmica inferior und V. Retromandibularis haben keine korrespondierenden Arterien. Wie bereits bekannt, präsentiert das venöse System eine größere Variabilität hinsichtlich Verteilungsmuster als das Arterielle. (Isaac et al., 2025)

3.1.5 Nerven

Auch wenn Nervenschädigungen selten sind, ist es wichtig zu wissen, wie diese vermeidbar sind. Nerven können direkte (Kontakt mit der Nadel) oder indirekte (durch Druckanstieg in der Umgebung) Traumata erleiden. Besonders wichtig ist es den Verlauf des N. facialis und seinen Ästen zu kennen, da dieser teils sehr oberflächlich verläuft und somit ein höheres Komplikationsrisiko birgt.

4 Methoden und Techniken

Der Ablauf des EFTs kann in 3 Arbeitsschritte unterteilt werden. Als Erstes wird das Fett von einer Körperstelle entnommen, danach wird das gewonnene Fett mit einer Methode der Wahl aufbereitet und im letzten Schritt kommt es dann zur Injektion im Zielbereich. Vor der Injektion kann dem Präparat noch ein Zusatz beigefügt werden.

4.1 Fettgewinnung

Für die Fettgewinnung wird zunächst eine geeignete Entnahmestelle gewählt. Häufig bevorzugt sind Abdomen, Gesäß und Oberschenkelinnenseite, sowie Oberschenkelaußenseite. Nach der Wahl der Spenderregion wird eine Technik für die Entnahme gewählt. Zur Verfügung stehen Fettaspiration mittels Vakuum, manuelle Aspiration mit einer Spritze, sowie die chirurgische Exzision (Shauly et al., 2022).

Es gilt als allgemein anerkannt, dass weniger traumatische Methoden der Fettentnahme zu einer erhöhten Lebensfähigkeit der Adipozyten und einer besseren Transplantatüberlebensrate führen (Simonacci et al., 2017). Bei der Fettgewinnung unterscheidet man zwischen vier Infiltrationstechniken: trocken, nass, supernass und Tumeszenztechnik.

Trockene Technik: direkte Aspiration ohne vorhergehende Flüssigkeitsinfiltration [heutzutage obsolet, da es zu signifikanten (20-50 %) Blutverlust des Fett-Aspirats kommt].

Nasse Technik: Hier kommt es zu einer Injektion von 200 bis 300 cm³ Flüssigkeit, bestehend aus Kochsalzlösung und Adrenalin, in die Entnahmestelle vor der Aspiration. Adrenalin sorgt für eine Vasokonstriktion und vermindert den Blutverlust während der Aspiration (Chittoria & Singh, 2022).

Supernasse Technik: 1:1 Verhältnis zwischen der injizierten Flüssigkeit und der abgesaugten Fettmenge.

Tumeszenztechnik: Ein großes Flüssigkeitsvolumen wird im 2-3:1 Verhältnis zum Aspirationsvolumen injiziert. Da es hierbei keiner Vollnarkose bedarf, wird dies bei großen Aspirationsmengen bevorzugt. Um eine erfolgreiche Hydrodissektion und blutlose Aspiration zu gewährleisten, sollte die tumeszente Anästhesie 45 Minuten vor der Aspiration erfolgen (Fontes et al., 2018).

Auch die Entnahmeschicht ist von großer Bedeutung, die tiefe Schicht des subkutanen Fettgewebes bietet eine gute Umgebung, da eine hohe Konzentration an ADSCs und eine

geringe Menge an Zelltrümmern, Erythrozyten und dermalen Gebilden vorhanden ist (Shauly et al., 2022).

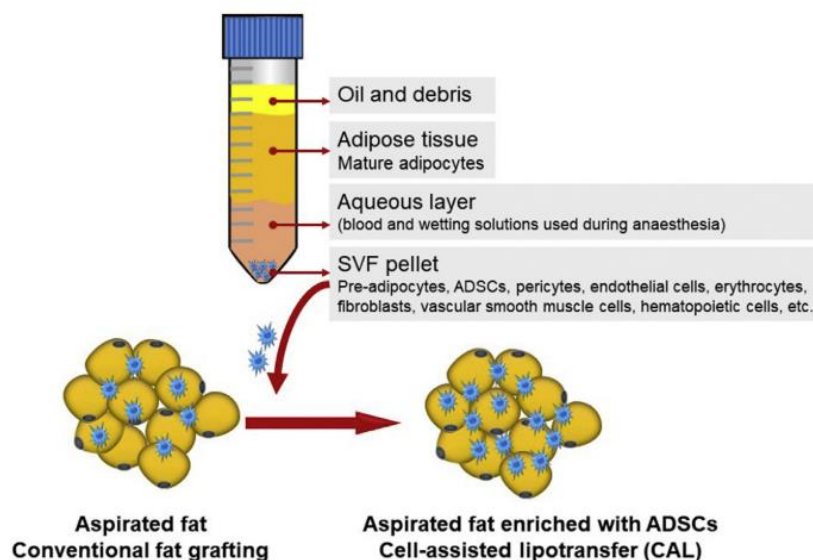
4.2 Aufbereitung des Fettgewebes

Die Aufbereitung erfolgt mechanisch, das Ziel besteht darin, das Fettgewebe von sämtlichen anderen Bestandteilen wie Blut, zerstörten Fettzellen, Serum und unerwünschten Flüssigkeiten zu trennen, um ein möglichst reines Substrat zu erhalten. Dies führt nachweislich zur verbesserten Zellviabilität und Reduktion von Komplikationen wie Fettnekrosen oder Ölzysten (Shauly et al., 2022b). In der Literatur werden vier Aufbereitungsmethoden unterschieden: Zentrifugation, Cotton Gauze Rolling, Gravity Separation/Decantation/Sedimentation sowie Washing & Filtration.

Zentrifugation

Die Coleman-Technik wird seit 1987 zur Verarbeitung und Injektion von Fett angewendet und besteht auf dem Prinzip der Trennung der Komponenten des Lipoaspirats mittels Zentrifugation. Das Aspirat wird für gewöhnlich in Spritzen gefüllt und bei 3.000 rpm für 3 Minuten zentrifugiert. Hierbei trennen sich die Bestandteile in 3 Phasen: ölige-Phase (oben, wird verworfen), transplantationsfähiges Fett (Mitte) und Blut und Serumanteile (unten). Kritisch betrachtet wird der mögliche Schaden gewisser Zellstrukturen, insbesondere Stammzellen, durch zu hohe Zentrifugationskräfte verursacht (Xue et al., 2020).

Abbildung 5 - Zentrifugation (Fontes et al., 2018)



Cotton Gauze Rolling

Bei der Cotton Gauze Rolling Technik handelt es sich um eine manuelle Methode, bei der Fett in sterile Mullkompressen eingebracht und gegebenenfalls vorsichtig gerollt wird. Dieser Prozess nimmt zwischen 2 und 4 Minuten in Anspruch. So kann man Flüssigkeiten mittels Absorption entfernen, mit Limitierung hinsichtlich der Entfernung von zellulären Komponenten und ungewollten Zelltrümmern. Da es sich um eine sehr schonende Technik handelt, wird diese bevorzugt zur Gewinnung von Mikro- und Nanofett angewandt (Shauly et al., 2022a; Xue et al., 2020).

Gravity Separation, Decantation and Sedimentation

Bei dieser Technik wird das Fettgewebe ohne Zentrifugation über einen gewissen Zeitraum in Ruhe gelassen, somit trennen sich die 3 Phasen im Laufe der Zeit selbst. Kritik besteht hinsichtlich der Möglichkeit von „feuchtem“ Fett bei nicht ausreichender Sedimentationsphase, was zu fälschlichen Injektionsvolumina des diluierten Fetts führen kann (Xue et al., 2020).

Washing and Filtration

(Xue et al., 2020) beschreibt dies als eine alternative Methode zur Zentrifugation. Hierbei wird das Fettgewebe auf ein Sieb oder nicht haftende Gaze gelegt und mit Kochsalzlösung gespült. Der Prozess ist kostengünstig und mit minimaler Fettzellenschädigung (Vasavada & Raggio, 2023).

4.3 Injektionstechnik

Ziel ist eine mehrschichtige und atraumatische Platzierung kleiner Fettmengen.

4.3.1 Kanülentypen

Zum Einspritzen des entnommenen und aufbereiteten Fettes werden kleine Stichinzisionen mit einem 11er-Skalpell vollzogen. Sollte fibrotisches Gewebe im Empfängerbereich erwartet werden, kann dieses mit einer 22-Gauge-Nadel lysiert werden. So ermöglicht man einen atraumatischeren Fetttransfer. Zum Transfer wird eine stumpfe Lipofilling-Kanüle (0,7 bis 1,2 mm) verwendet. Das Ziel ist es, das Fett in mehreren Gewebeebenen zu platzieren (Karwowska & Turner, 2021).

4.3.2 Schichtweise Injektion

Das Fett sollte in mehreren Durchgängen in kleiner Dosis (0,1 ml) mit zurückziehenden Bewegungen injiziert werden. Dies ermöglicht eine Injektion bei geringem Widerstand und reduziert das Risiko einer intravaskulären Injektion. Für ein kosmetisch besseres Ergebnis sollte dieser Vorgang dreidimensional entlang verschiedener Vektoren und Ebenen realisiert werden. Das meiste Fett wird tief in die supra-SMAS, jedoch oberflächlich zum Periost injiziert (Karwowska & Turner, 2021; Vasavada & Raggio, 2023).

Während man bei Injektionstechniken generell zwischen 4 verschiedenen Methoden (linear, depot, fanning und cross-hatching) unterscheidet, je nach Indikation, werden beim EFT im Gesicht linear, fanning und cross-hatching bevorzugt. Zwischen diesen, wird je nach anatomischer Gegebenheit der Injektionsregion und dem notwendigen Volumen gewählt (Clark et al., 2023; Khorasani & Janbaz, 2021).

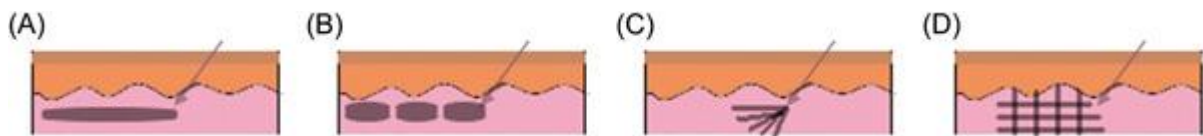


Abbildung 6 - Injektionstechniken (Clark et al. 2023)

(A) linear threading, (B) depot/serial puncture, (C) fanning, (D) cross-hatching

4.3.3 Volumen

(Shue et al., 2018) berichtet in einer 19 Artikel mit insgesamt 510 Patient*innen umfassenden Studie von der durchschnittlichen Injektionsmenge pro Region.

<i>Region</i>	<i>Stichprobengröße</i>	<i>Durchschnitt [ml]</i>	<i>Bereich [ml]</i>
<i>Stirn</i>	11	6,5	4,0-10,0
<i>Glabella</i>	30	1,4	1,0-4,0
<i>Schläfe</i>	47	5,9	2,0-10,0
<i>Augenbraue</i>	7	5,5 pro Seite	NR
<i>Oberes Augenlid</i>	3	1,7 pro Seite	1,5-2,5
<i>Tränenrinne</i>	8	0,65 pro Seite	0,3-1,0
<i>Infraorbital</i>	19	1,4 pro Seite	0,9-3,0
<i>Mittelgesicht</i>	91	8,7 pro Seite	1,0-22,5
<i>Wange</i>	118	25,7 pro Seite	4,0-47,0
<i>Zygomatica</i>	24	4,7 pro Seite	3,0-10,0
<i>Nasolabialfalte</i>	38	2,8 pro Seite	1,0-7,5
<i>Oberlippe</i>	25	3,0	1,0-5,0
<i>Unterlippe</i>	24	3,7	2,5-6,0
<i>Marionettfalten</i>	33	1,3 pro Seite	1,0-3,5
<i>Unterkiefer</i>	18	11,5 pro Seite	4,0-27,0
<i>Kinn</i>	6	6,7	1,0-20,0

Tabelle 1 - Volumen pro Region

4.4 Indikationen

EFT kann aus kosmetischen sowie rekonstruktiven Indikationen durchgeführt werden.

Kosmetisch: Eingefallene Stirn, eingefallene Schläfen, tiefe Stirn- und Glabellafalten, erhöhte vertikale Länge des unteren Lids, deformierte Tränenrinnen, Wangentaschen, Nasolabialfalten, Marionettenfalten, schwache Wangen- oder Kieferkontur, dünne Lippen, Mikrogenie.

Rekonstruktiv: Unregelmäßige Nasenkonturen, Narben, Verbrennungen, Strahlendermatitis, HIV-assoziierte Lipodystrophie, Gesichtsdeformitäten (angeboren, erworben oder traumatisch), Gesichtsasymmetrie (Vasavada & Raggio, 2023).

4.5 Erweiterte Verfahren mit Zusatzstoffen

4.5.1 Mikrofett

Bei Mikrofett handelt es sich um kleine Fettklumpen, vom Fettgewebe-Aspirat stammend, reich an SVF und Komponenten der extrazellulären Matrix. Es kann allein oder in Kombination mit anderen Verfahren angewandt werden. Es zeigt sich eine höhere Überlebensrate bei mehrschichtiger Injektion im Vergleich zu einer großen Injektionsmenge in einer Schicht. Man spricht somit von Mikrofett, wenn Adipozyten enthalten sind. (Alessi, 2022)

Nach Entnahme des Fettes aus der Spenderregion wird dieses entweder mechanisch oder enzymatisch aufbereitet. So lassen sich kleinere Fettklumpen gewinnen, während die Integrität und Lebensfähigkeit der Adipozyten und SVF-Komponenten erhalten bleibt. Zentrifugation kann zur Trennung wässriger und öligter Bestandteile genutzt werden. (*Micro and Nano Fat: The Next Generation of Fat Grafting*, o. J.)

4.5.2 Nanofett

Nanofett wird durch die Extrahierung adipöser Stammzellen aus dem Fettgewebe-Aspirat erzeugt. Es ist reich an SVF, Zytokinen, EGF, intrazellulären Hormonen und Kollagenstimulanten. Somit werden primär keine Adipozyten, sondern ADSCs, Gefäßendothelzellen, Prä-Adipozyten, Fibrozyten und verschiedene Immunzellen und

Wachstumsfaktoren transplantiert. Literarisch hervorgehoben wird vor allem die Fähigkeit der Stimulierung der dermalen Regeneration, die Verbesserung der Hautelastizität, die Reduktion der Hyperpigmentierung, die Anregung der Kollagensynthese und die erhöhte Angiogenese (Alessi, 2022; Menkes et al., 2020).

Zur Gewinnung von Nanofett wird das Lipoaspirat zwischen zwei Spritzen mehrfach hin und her gedrückt, so kommt es zur Emulgierung des Fettes. Dieses wird weiterführend filtriert, das daraus resultierende Produkt ist eine transparente Flüssigkeit, reich an hochqualitativen ADSCs und frei von lebensfähigen Adipozyten. Dieses kann mithilfe einer 27-30-gauge Nadel an der gewünschten Stelle injiziert werden (La Padula et al., 2023).

<i>Kriterium</i>	<i>Mikrofett</i>	<i>Nanofett</i>
<i>Zellgehalt</i>	Intakte Adipozyten & geringe SVF	Zellfreies Homogenisat, reich an ADSCs
<i>Enthält Adipozyten</i>	Ja	Nein
<i>SVF-/Stammzellanteil</i>	Moderat	Hoch
<i>Indikationen</i>	Volumenaufbau, Konturierung	Hautbildverbesserung, Pigmentstörung
<i>Injektionsebene</i>	Subkutan/Intradermal (supra-/sub-SMAS)	Intradermal/Superfiziell
<i>Kanülengröße</i>	0,55-0,7mm stumpf 22-24G Kanüle	0,3-0,5mm stumpf 25-30G Kanüle oder
<i>Generiertes Volumina</i>	Deutlich	Keines - minimal
<i>Hautregeneration</i>	Bedingt	Ausgeprägt
<i>Typische Zielregionen</i>	Wange, Kinn, Nasolabialfalte	Augenringe, periorale Falten, Aknenarben

Tabelle 2 - Mikro- vs Nanofett (Atiyeh et al., 2021; La Padula et al., 2023; Menkes et al., 2020; Onur Erol, 2014)

4.5.3 SVF, PRP, ADSCs – Gewinnung und Mischung

Ein großes Problem des EFTs ist die unvorhersehbare Überlebensrate der Adipozyten, laut Literatur liegt diese zwischen 10 und 90 %. Kein einheitliches Verfahren in Bezug auf Fettgewinnung, Verarbeitung und Injektion führt zu unterschiedlichen Ergebnissen. (Modarressi, 2013)

Im Versuch, die Überlebensrate der Adipozyten zu erhöhen, werden dem Aspirat verschiedene Zellzusätze beigelegt. Im Jahr 2006 stellt Matsumoto et al. erstmals das Konzept des zellunterstützten Lipotransfers (CAL) bei Mäusen zur Verbesserung der Überlebensrate von Fettgewebetransplantaten vor. (Nguyen et al., 2016)

4.5.3.1 PRP (Platelet-rich-plasma)

PRP ist eine körpereigene Quelle reich an Thrombozyten, Wachstumsfaktoren und Zytokinen. Die Degranulation der Thrombozyten führt zur Freisetzung der enthaltenen Wachstumsfaktoren. Als wirksamste Faktoren der Wiederherstellung von geschädigtem Gewebe gelten PDGF, TGF β , IGF, VEGF und EGF, da sie zur Angiogenese und der Aktivierung von gewebeproliferativen Zellen führen (Luck et al., 2017; Modarressi, 2013). Die Gewinnung erfolgt uneinheitlich, meist durch einmalige Zentrifugation.

PRP-Aktivierung erfolgt häufig mit Kalziumchlorid, autologem Thrombin oder einer Kombination aus beidem. In der Regel wird eine Konzentration zwischen 0,2 und 0,5 ml PRP pro ml Fett angestrebt (Luck et al., 2017).

4.5.3.2 SVF (Stromal vascular fraction)

SVF wird aus Fettgewebe gewonnen, bestehend aus mehreren Komponenten wie ADSCs, Fibroblasten, endothelialen Zellen, Perizyten und Immunzellen. Es kann auf zwei verschiedenen Wegen aus dem abgesaugten Fett isoliert werden. Durch enzymatische Aufbereitung mittels Protease und anschließender Zentrifugation zur Entfernung der wässrigen und öligen Schicht oder durch ein mechanisches Verfahren mittels Scherkräfte zwischen zwei Spritzen und anschließender Zentrifugation. (*Fettgewebe und Stromal Vascular Fraction zur autologen Transplantation*, o. J.; Yin et al., 2020)

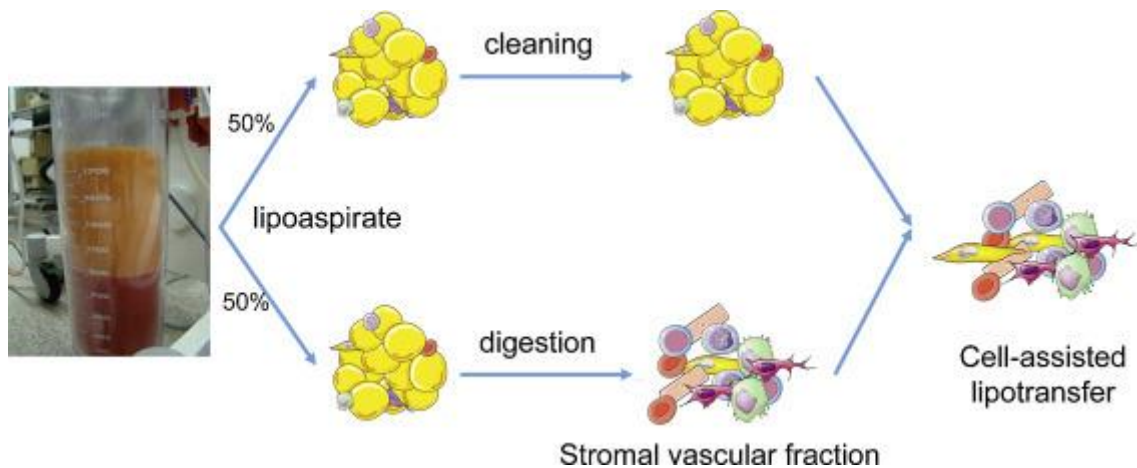


Abbildung 7 - SVF (Laloze et al., 2017)

4.5.3.3 ADSCs

Adipose derived stem cells werden aus subkutanem Fettgewebe gewonnen, dieses enthält 500-mal mehr Stammzellen als Knochenmark. Zur Verarbeitung stehen verschiedene Techniken zur Verfügung. Häufig wird Zentrifugation zum Erhalt von SVF genutzt, bei der Kultivierung davon kommt es zur Eliminierung der nicht adhärenen Zellen. Es bleiben hauptsächlich multipotente ADSCs, basierend auf der Adhärenz an Kunststoff, über (Laloze et al., 2017; Mazini et al., 2021; Surowiecka & Strużyna, 2022).

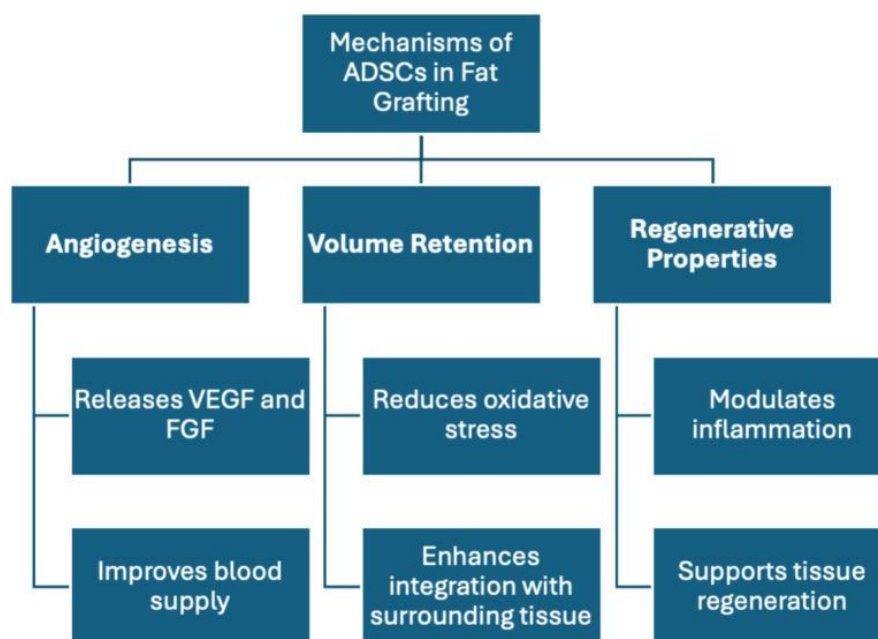


Abbildung 8 - ADSCs Eigenschaften (Ansari Lari et al., 2024)

5 Methode

Für diese Diplomarbeit wurden wissenschaftliche Datenbanken zum Thema Eigenfetttransfer im Bereich des Gesichts durchsucht. Die Recherche erfolgte mittels folgender Suchbegriffe (in Kombination mit booleschen Operatoren):

“facial fat grafting”, “autologous fat transfer”, “lipofilling face”, “lipografting”, “indications”, “complications”, “outcomes”, “methods”, „platelet rich plasma“, „ASCs“, „Adipose stem cells“, „SVF“, „stromal vascular fraction“, „SVF-gel“, “PRP”, “platelet-rich plasma”, “microfat”, “nanofat”, “long-time”, “reconstructive”, “aesthetic”.

Folgende Ein- und Ausschlusskriterien wurden festgelegt:

Einschlusskriterien:
<ul style="list-style-type: none">• Die Studie handelte von Indikationen des Eigenfetttransfers
<ul style="list-style-type: none">• Die Studie handelte von Komplikationen des Eigenfetttransfers
<ul style="list-style-type: none">• Die Studie handelte von Ergebnissen des Eigenfetttransfers
<ul style="list-style-type: none">• Die Studie behandelte die verschiedenen Methoden des Eigenfetttransfers
<ul style="list-style-type: none">• Die Studie behandelte die verschiedenen Zusatzstoffe des Eigenfetttransfers
Ausschlusskriterien:
<ul style="list-style-type: none">• Studien, die vor dem Jahr 2014 veröffentlicht wurden
<ul style="list-style-type: none">• Studien ohne Applikation im Bereich des Gesichtes
<ul style="list-style-type: none">• Studien, bei denen kein vollständiger Text vorhanden war
<ul style="list-style-type: none">• Studien in einer anderen Sprache als Englisch

Tabella 3 - Ein- und Ausschlusskriterien

Zur Evidenzbewertung der Evidenzqualität wurden alle inkludierten Studien anhand des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM, Version 2009) klassifiziert. Die Studien wurden ihrem entsprechenden Level von 1a (höchste Evidenz) bis 5 (niedrigste Evidenz) zugeordnet.

Level of evidence	Type of evidence
Ia	Systematic review (with homogeneity) of randomized controlled studies (RCT)
Ib	Individual RCT (with narrow confidence intervals)
Ic	All or none study
IIa	Systematic review (with homogeneity) of cohort studies
IIb	Individual cohort study (including low quality RCT)
IIc	“Outcomes” research; Ecological studies
IIIa	Systematic review (with homogeneity) of case-control studies
IIIb	Individual Case-control study
IV	Case series (and poor-quality cohort and case-control study)
V	Expert opinion without explicit critical appraisal or based on physiology bench research or “first principles”

Tabelle 4 - Definition of level of evidence (Burns, Rohrich and Chung, 2021)

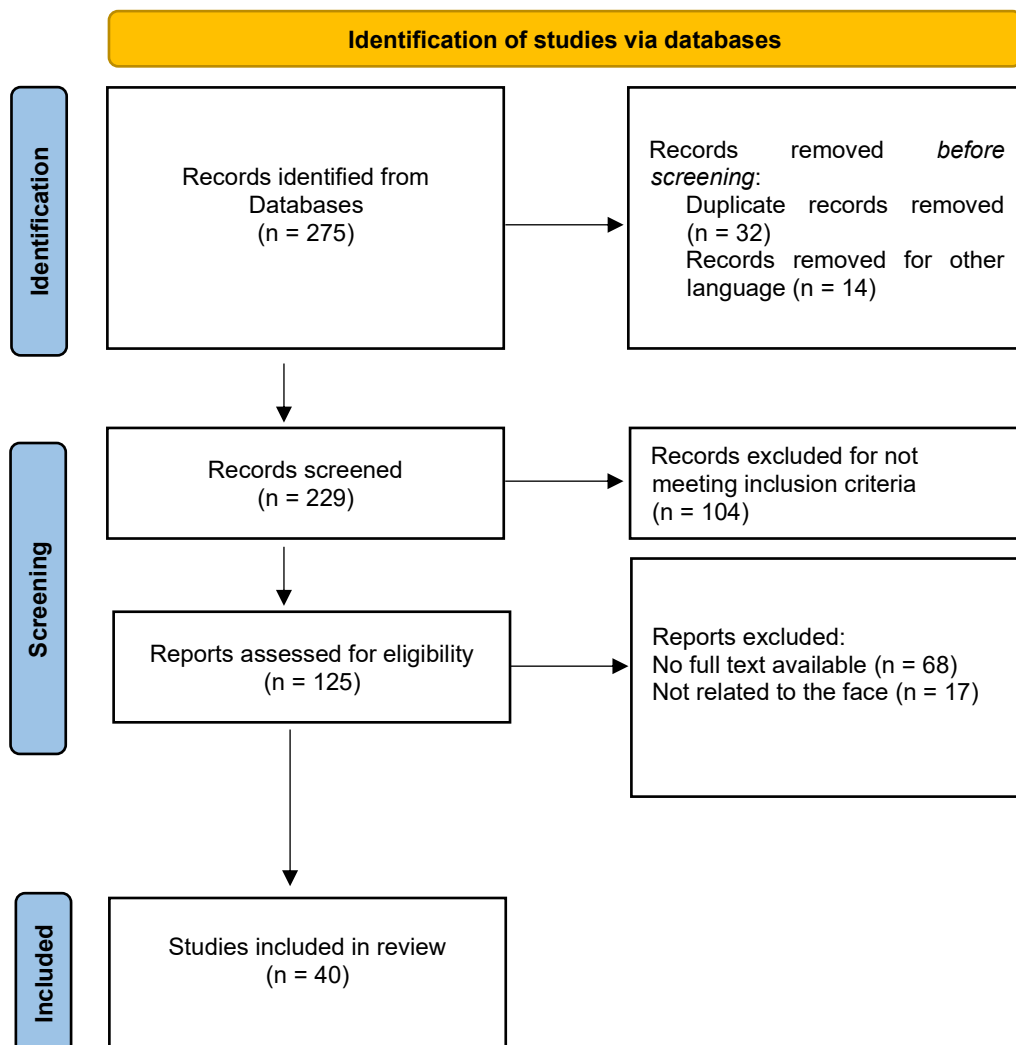
Zur besseren Übersicht wurden die Studien zusätzlich nach thematischem Schwerpunkt unterteilt:

- Indikationen des Eigenfetttransfers
- Methoden und Techniken
- Komplikationen des Eigenfetttransfers
- Zu erwartende Ergebnisse
- Zellzusätze des Eigenfetttransfers

6 Ergebnisse

Die Literaturrecherche erfolgte bis Mai 2025 in den medizinischen Datenbanken PubMed und Embase. Dabei wurden 275 Arbeiten mithilfe der oben genannten Suchbegriffe gefunden. Die Auswahl der Studie erfolgte primär durch das Screening von Titel und Abstract, gefolgt von einer Analyse des Volltexts. Von den gefundenen 275 wurden 32 Duplikate sowie 14 Studien aufgrund abweichender Sprache exkludiert. Weitere 104 Studien entsprachen nicht den Einschlusskriterien. Bei 68 Arbeiten stand kein vollständiger Text zur Verfügung, und 17 Studien befassten sich nicht mit dem Gesicht.

Insgesamt konnten nach der Studienselktion 40 Arbeiten in die Diplomarbeit inkludiert werden.



Autor	Jahr	Titel	Kategorie
Shauly et al.	2022	Fat Grafting: Basic Science, Techniques, and Patient Management	Technik
Fontes et al.	2018	Autologous fat grafting: Harvesting techniques	Technik
Laloze et al.	2017	Cell-assisted lipotransfer: Current concepts	CAL
Moellhoff et al.	2023	Arterial Embolism After Facial Fat Grafting: A Systematic Literature Review	Komplikationen
Schipper et al.	2022	Supplementation of Facial Fat Grafting to Increase Volume Retention: A Systematic Review	Ergebnisse
Lv et al.	2021	Volume Retention After Facial Fat Grafting and Relevant Factors: A Systematic Review and Meta-analysis	Ergebnisse
Krastev et al.	2018	Efficacy and Safety of Autologous Fat Transfer in Facial Reconstructive Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis	Ergebnisse Komplikationen
Liu et al.	2024	Utilization of facial fat grafting augmented reality guidance system in facial soft tissue defect reconstruction	Technik
Wu et al.	2018	Three-dimensional Volumetric Analysis of 3 Fat-Processing Techniques for Facial Fat Grafting: A Randomized Clinical Trial	Technik
Bourne et al.	2021	Changing the Paradigm of Craniofacial Reconstruction: A Prospective Clinical Trial of Autologous Fat Transfer for Craniofacial Deformities	Indikationen Ergebnisse
Xu et al.	2024	Effect of high-density fat combined with adipose stem cell glue on the success rate of facial filling and its clinical value	CAL
Schiraldi et al.	2022	Facial Fat Grafting (FFG): Worth the Risk? A Systematic Review of Complications and Critical Appraisal	Ergebnisse Komplikationen

Brown et al.	2024	Complications of facial autologous fat grafting	Komplikationen
Almadori et al.	2024	Fat Grafting and Adipose Stem Cells for Facial Systemic Sclerosis: A Systematic Review of the Literature	CAL Indikationen
Dhooghe et al.	2022	Fat Embolism after Autologous Facial Fat Grafting	Komplikationen
Yang et al.	2021	Efficacy, safety and complications of autologous fat grafting to the eyelids and periorbital area: A systematic review and meta-analysis	Indikationen Ergebnisse Komplikationen
Agrawal et al.	2015	Autologous Fat Transfer for Esthetic Contouring of Face in Posttraumatic Nonfunctional Maxillofacial Deformities	Indikationen
Ansari Lari et al.	2024	Role of mesenchymal cells in enhancing cosmetic outcomes for autologous augmented fat transfers for facial rejuvenation and reconstructive surgery	CAL
Boureaux et al.	2016	Eyelid fat grafting: Indications, operative technique and complications; A systematic review	Indikationen Technik Komplikationen
Brucato et al.	2024	Complications Associated with Facial Autologous Fat Grafting for Aesthetic Purposes: A Systematic Review of the Literature	Komplikationen
Cervelli et al.	2016	Lipofilling as refinement procedure in maxillo-mandibular malformations	Indikationen Ergebnisse
Gornitsky et al.	2018	A systematic review of the effectiveness and complications of fat grafting in the facial region	Ergebnisse Komplikationen
Groen et al.	2017	Autologous Fat Transfer for Facial Rejuvenation: A Systematic Review on Technique, Efficacy, and Satisfaction	Technik Ergebnisse
Khorasani et al.	2021	Clinical evaluation of autologous fat graft for facial deformity: a case series study	Ergebnisse

Ma et al.	2023	Quantifying outcomes of autologous fat transplantation in different facial deformities: A systemic review and meta-analysis	Ergebnisse
Surowiecka et al.	2022	Adipose-Derived Stem Cells for Facial Rejuvenation	CAL
Pasquale et al.	2015	Autologous Fat Grafting in Facial Volumetric Restoration	Komplikationen Ergebnisse
Nasim et al.	2024	Autologous fat grafting for cosmetic temporal augmentation: a systematic review	Komplikationen Ergebnisse
Schipper et al.	2025	Volume and patient satisfaction, 5 years of follow up after facial fat grafting	Ergebnisse
Yin et al.	2020	Autologous fat graft assisted by stromal vascular fraction improves facial skin quality: A randomized controlled trial	CAL
La Padula et al.	2023	Nanofat in Plastic Reconstructive, Regenerative, and Aesthetic Surgery: A Review of Advancements in Face-Focused Applications	CAL Ergebnisse
Cao et al.	2021	High-Density Fat Grafting Assisted Stromal Vascular Fraction Gel in Facial Deformities	CAL
Menkes et al.	2020	Subcutaneous Injections of Nanofat Adipose-derived Stem Cell Grafting in Facial Rejuvenation	CAL Ergebnisse
Karwowska et al.	2021	Step by Step: Autologous Fat Transfer in Oral and Maxillofacial Surgery	Technik
Huang et al.	2018	Micro-Autologous Fat Transplantation for Treating a Gummy Smile	Indikationen
Nguyen et al.	2016	Stromal vascular fraction: A regenerative reality? Part 1: Current concepts and review of the literature	CAL
Rigotti et al.	2016	Expanded Stem Cells, Stromal-Vascular Fraction, and Platelet-Rich Plasma Enriched Fat: Comparing Results of	CAL Ergebnisse

Different Facial Rejuvenation
Approaches in a Clinical Trial

Atiyeh et al.	2021	Nanofat Cell-Mediated Anti-Aging Therapy: Evidence-Based Analysis of Efficacy and an Update of Stem Cell Facelift	CAL
Macedo et al.	2018	Nanofat Grafting for Scar Treatment and Skin Quality Improvement	CAL
Santoso et al.	2025	Adipose-derived stem cells in fat grafting for facial paralysis: A review of their therapeutic modality	CAL

Level of evidence	n	%
Ia	1	2,5%
Ib	2	5%
Ic	0	0%
IIa	7	17,5%
IIb	2	5%
IIc	0	0%
IIIa	4	10%
IIIb	1	2,5%
IV	12	30%
V	10	25%
Total	40	100%

Tabelle 5 - Level of evidence der Studien

7 Diskussion

7.1 Indikation

Literarisch gestützt durch eine hohe Patientenzufriedenheit und positive klinische Ergebnisse zeigt der EFT im Gesicht ein breites Anwendungsspektrum.

In Krastev's Studie zum Thema AFT bei Konturdeformitäten in der Gesichtsrekonstruktion zeigte sich eine sehr hohe Patienten- (99,1 %) und Chirurgenzufriedenheit (88,6 %) in allen drei Testgruppen. (Krastev et al., 2018). Diese Ergebnisse sprechen für eine breite Indikationsstellung wie angeborenen Krankheiten (Parry-Romberger Syndrom, Treacher Collins), erworbenen Krankheiten (kleine Konturdeformitäten wie Narben, Lippenkonturierung nach Resektion von Epithelkarzinom oder Lippenspaltoperation, Wiederherstellung von Konturdeformitäten nach maxillofazialer Rekonstruktion nach Trauma, Rekonstruktion von bestrahltem Kopf- und Halskrebs, Gesichtskonturierung zusätzlich zur konventionellen chirurgischen Behandlung bei Gesichtswunden, die große Bereiche des Gesichts betreffen) und HIV assoziierter Lipodystrophie. In der Gruppe HIV-assoziierter Lipodystrophie bedarf es jedoch noch weiterer Studien, da es in mehreren Fällen zur Lipodystrophie kam.

(Almadori et al., 2024) berichtete von einem positiven Behandlungsergebnis und hohem Potential von ADSC-basierten Therapieansätzen bei Patient*innen mit gesichtssystemischer Sklerose.

Laut (Yang et al., 2021) könnte AFT eine standardisierte Methode zur Umgestaltung der Augenlider werden, es handle sich dabei um einen perfekten Ersatz von verlorengangenen/reduziertem Weichteilgewebe. Die berichtete Patientenzufriedenheit lag in der Metaanalyse bei 86,4–94,0 %.

Ein ähnliches Ergebnis fand (Boureaux et al., 2016), welcher sowohl eine ästhetische als auch rekonstruktive Indikation im Bereich der Augenlider feststellte. Anwendungsbereiche umfassten die Behandlung von dunklen Augenringen, die adjuvante Anwendung bei Blepharoplastiken sowie die Alternative zu konventionellen Verfahren bei Hohlaugen oder Tränensäcken.

Ein spezielles Einsatzgebiet präsentierte die Studie von (Huang et al., 2018), in welcher AFT erfolgreich zur Behandlung von 7 Patient*innen mit einem "gummy-smile" etabliert wurde. Durch die Einspritzung von aufbereitetem Mikrofett in die Bereiche der nasolabialen

Falte, Ergotrid und Oberlippe mit einem durchschnittlichen Volumen von 16,1 ml konnte die Gingivadarstellung im Bereich der Eckzähne um durchschnittlich 4,4 mm verringert werden.

Die (Pappalardo et al., 2022) Studie umfasste 32 Patienten mit einer Fazialisparese. Neben statischen und dynamischen Verfahren zur Wiederherstellung der Funktionalität unterzogen sich die Patient*innen ebenfalls einem EFT zur Verbesserung der Gesichtskonturen. Computergestützte Messungen der Gesichtsoberfläche zeigten eine postoperative Verbesserung von 10.9%, weiter wurde nach einem Jahr ein Fotovergleich und ein Zufriedenheitsumfrage durch den/die Chirurgen/in, Patient*in und einen unabhängigen Bewerter erhoben. Die durchschnittliche Zufriedenheit zeigte sich jeweils mit 3.06 ± 0.62 , 3.31 ± 0.59 , and 3.16 ± 0.57 (0= nicht zufrieden; 4= sehr zufrieden).



Abbildung 9 - Fazialisparese (Pappalardo et al. 2022)

Zusammengefasst zeigte sich eine Indikation zum EFT in den folgenden ästhetischen oder rekonstruktiven Fällen:

Ästhetisch	Rekonstruktiv
Dunkle Augenringe	Parry-Romberger-Syndrom
Adjuvant zur Blepharoplastik	Treacher-Collins-Syndrom
Hohlaugen/Tränensäcke	Narbenkorrektur im Gesicht
Volumenaugmentation in diversen Gesichtsbereichen	Lippenkonturierung nach Tumorresektion
Korrektur „gummy smile“	Korrektur nach Lippenspaltoperation
	Post. maxillofaziales Trauma
	Rekonstruktion nach Bestrahlung (HNO-Tumore)
	Ergänzung chirurgischer Wundbehandlungen im Gesicht
	HIV-assoziierte Lipodystrophie
	Systemische Sklerose mit Gesichtsbezug
	Augenlidkorrektur bei Gewebeverlust
	Fazialisparese

Tabelle 6 – Indikationen

7.2 Technik

Entnahme:

Lokalisation: Laut (Shauly et al., 2022a) verwiesen mehrere Studien darauf, dass die tiefe subkutane Schicht die beste Entnahmestelle wäre, es zeigte sich eine hohe Konzentration reifer Fettzellen und ein geringes Risiko ungewollter Aspiration von Zellbestandteilen oder Erythrozyten.

Bezüglich der anatomischen Lokalisation zeigte sich in der Literatur Heterogenität. Während mehrere Studien, zusammengefasst in (Fontes et al., 2018) Studie, keinen signifikanten Unterschied zwischen verschiedenen Entnahmestellen, hinsichtlich Volumina, histologischen Eigenschaften wie Vaskularisierung oder Fibrose finden konnten, berichtete Padoin et al. von einer höheren Zellkonzentration in Proben aus dem Unterbauch und der Oberschenkelinnenseite im Vergleich zu Proben aus dem Oberbauch, der Trochanterregion, dem Knie oder der Flanke. Tsekouras et al. stellte fest, dass sich im Bereich der

Oberschenkelaußenseite die höchste SVF-Konzentration nachweisen ließ. Weiters zeigte sich an Oberschenkelinnenseite sowie -außenseite, im Vergleich zu Abdomen, Taille oder Knieinnenseite eine höhere ADSC-Konzentration.

Kanüle: Campbell et al. berichtete von einer inversen Beziehung zwischen dem Durchmesser der Entnahmekanüle und dem Ausmaß zellulärer Schädigung. Trotz fehlendem Konsens über die exakte Kanülengröße, herrschte weitgehende Einigkeit, dass die Kanüle eine ausreichende Größe benötigt, um Scherkräfte zu minimieren und so unterstützend zur Schonung der Adipozyten und Zellzusätze beizutragen (Fontes et al., 2018).

Infiltrationstechnik: (Karwowska & Turner, 2021) berichtete, dass in der Praxis die „wet-technique“ am etabliertesten sei. Hierbei wird das Fettgewebe mit Tumoreszenzlösung (verdünntes Lidocain und Epinephrin in NaCl) infiltriert, um Blutungen zu minimieren und die Entnahme zu erleichtern. Bei wachen Patient*innen könne zusätzlich eine geringe Menge Natriumbikarbonat zur Schmerzlinderung hinzugefügt werden. Sie fanden die maximal sichere Dosis von Tumesenzlidocain mit Epinephrin von 0,05 %-0,1 % bei 45-50 mg/kg Körpergewicht. Nach Applikation sollte die Lösung für mehrere Minuten im Entnahmegebiet belassen werden, um so ihre ganze Wirkung zu entfalten.

Aufbereitung:

Ein zentraler Faktor, mit großer Auswirkung auf die Qualität und Langlebigkeit des Transplantats, stellt die Aufbereitungsmethode dar. In der aktuellen Literatur finden sich verschiedene Techniken mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen. Eine optimale Methode geht bislang nicht hervor.

Sedimentation war laut (Shaully et al., 2022a) die am wenigsten traumatische Technik, mit hoher Anzahl an überlebenden Adipozyten. Andererseits fand sich der geringste stromale Anteil, eine geringe Menge an Stammzellen und eine nicht ausreichende Entfernung von Entzündungsmediatoren wie Erythrozyten und entzündungsfördernden Substraten, welche im mesenchymalen Kompartiment enthalten sind und sich nachteilig auf das Überleben und den Erhalt des Transplantats auswirken könnten.

Zentrifugation: Diese erlaubte laut (Shauly et al., 2022a) eine gezielte Trennung der Bestandteile anhand deren Dichte und ermöglichte so den Gewinn der höchsten Konzentration an Adipozyten und ADSCs im Vergleich zu anderen Methoden.

Filtration: Diese ermöglichte laut (Shauly et al., 2022a) die Eliminierung der meisten inflammatorischen Bestandteile und Kontaminanten. Reife Adipozyten sowie ADSCs nahmen bei diesem Verfahren keinen Schaden, im Vergleich mit der Zentrifugation zeigte sich bei der Cotton-Gauze Filtration kein Unterschied.

(Wu et al., 2018) verglich diese drei Methoden in einer prospektiven, randomisierten, 63 Patient*innen umfassenden Studie. Die höchste durchschnittliche Retentionsmenge nach 12 Monaten zeigte sich in der Filtrationsgruppe mit 41 % (± 3 %), gefolgt von der Zentrifugationsgruppe mit 34 % (± 3 %) und an letzter Stelle die Sedimentationsgruppe mit 31 % (± 3 %). Die Ergebnisse wurden mit einem 3D-Scanner (Artec Spider, Genauigkeit bis zu 0,03mm) ermittelt und zeigten eine statistische Signifikanz. Wu et al. berichtet somit, dass die Filtrationsmethode die beste Auswirkung auf Stabilität hätte.

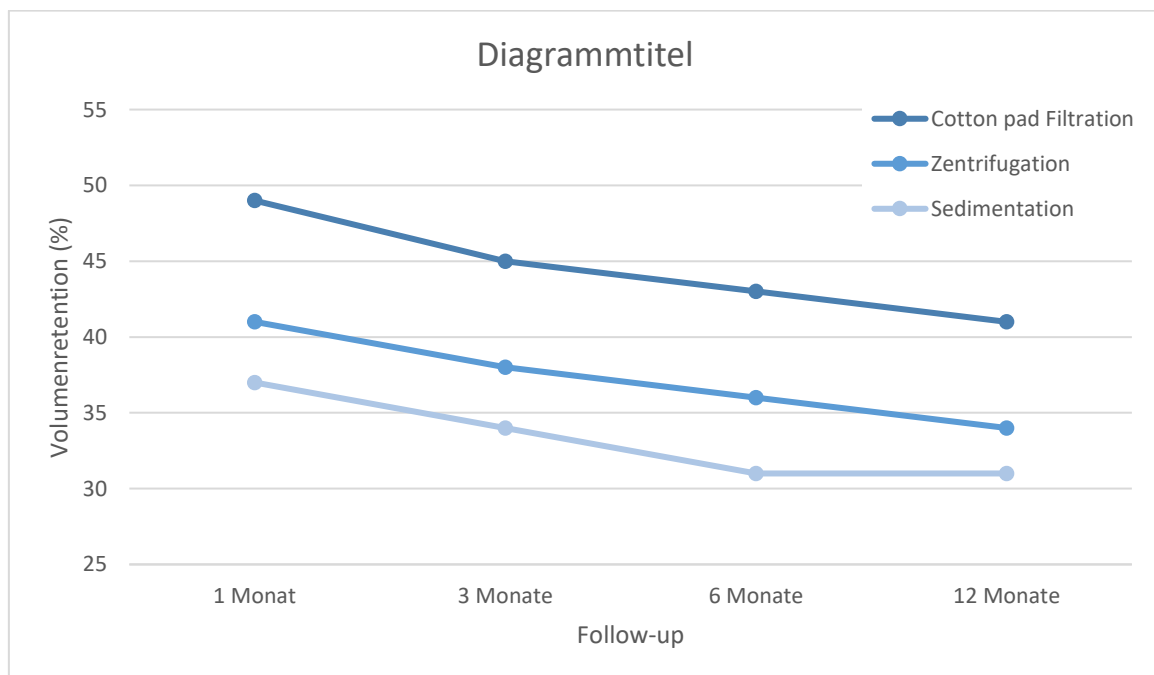


Abbildung 10 - Retentionsrate Aufbereitungsarten (Wu et al., 2018)

(Gornitsky et al., 2018) hingegen fand in einer Meta-Analyse eine Volumensretention von 41% mit der Coleman-Technik, 44,5% mit einem Niederdruckverfahren und 41,2% mit einem geschlossenen Filtrationssystem, somit zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

(Groen et al., 2017) hob eine hohe Heterogenität zwischen den Studien bezüglich Injektionsstelle und volumetrischer Bewertung vor und ermöglichte somit keine schlüssige Datenanalyse.

Obwohl sich widersprüchliche Aussagen finden und es keine eindeutigen Beweise gibt, zeigen sich die Zentrifugation und Filtration in der Literatur als bevorzugte Methode (Lv et al., 2021).

Selten und dennoch von klinischer Relevanz zeigte sich die Lipohypertrophie am Injektionsort, vermehrt vorkommend bei HIV-assoziierten Patient*innen. Als Ursache vermutete (Lv et al., 2021) eine persistierende Empfänglichkeit der transplantierten Fettzellen für lipogene Stimuli.

Um Komplikationen und Fettembolien zu vermeiden, haben (Schiraldi et al., 2022) und (Dhooghe et al., 2022) eine Liste präventiver Tätigkeiten erstellt, welche in der folgenden Tabelle zusammengefasst sind:

Best practice tips:
Immer eine stumpfe Nadel (Kanüle) mit möglichst großem Durchmesser (mindestens 18 G) verwenden
Vor der Fettentnahme kleine Teilmengen an Epinephrin an der Empfängerstelle verwenden
Langsames und immer retrogrades injizieren mit geringem Druck
Immer den sichersten Weg wählen (kenne die Tiefe der großen Gefäße, vor allem im Versorgungsbereich von ACE & ACI), falls möglich Orientierung mit Ultraschall
Übermäßige Einzelpunktinjektionsdosen (<0,1 ml) vermeiden
Kleine (1 ml) Spritzen nutzen
Muskeln und traumatisiertes Gewebe vermeiden
Durchmesser der Injektionskanüle \geq Durchmesser der Entnahmekanüle
Vortunneln und warten, sowie multiple Tunneln
Fingerdruck proximal der Injektionsstelle

Tabelle 7 - Best practice tips

Augmented Reality assisted: Das Ergebnis eines EFT hängt stark von der Erfahrung der Chirurg*innen und deren Erinnerung an den Plan ab. Um dies zu ändern, demonstrierte (Liu et al., 2024) einen spannenden neuen Zugang, mittels einer Studie mit künstlichen Modellen. Er unterstützte die Rekonstruktion von Weichteildefekten der Gruppe A mittels Augmented Reality und verglich die Ergebnisse mit Gruppe B, welche mit konventionellen Methoden behandelt wurde. Es ergab sich eine deutlich geringere Fehlerquote in der AR unterstützten Gruppe mit $2,09 \pm 0,56$ mm Abweichung, im Vergleich zur konventionellen Gruppe mit $3,23 \pm 1,15$ mm ($p < 0.05$). Zusätzlich dauerte der AR unterstützte Eingriff der Gruppe A 25.45 ± 2.58 min, während der Eingriff der Gruppe B mit 37.05 ± 3.34 min signifikant mehr Zeit in Anspruch nahm ($p < 0.05$).

7.3 Komplikationen

In der Literatur wurde allgemein davon berichtet, dass es sich bei dem EFT um ein sicheres Verfahren mit einer geringen Komplikationsrate handelt. Bei den dokumentierten Komplikationen handelte es sich meistens um leichte und reversible Formen. (Lv et al., 2021) fand in einem systematic review, welches 27 Studien mit 1011 Patient*innen umfasste, eine Komplikationsrate von 2,8 %, darunter Irregularität (n=8), Kopfschmerzen oder Dysesthesie (n=7), Asymmetrie (n=4), chronische Ödeme (n=3), Überkorrektur/Erytheme/Infektionen (je n=2), Hämatom in Spenderregion (n=1). (Krastev et al., 2018, & Groen et al., 2017) bestätigten dies mit ähnlichen Ergebnissen. Ersterer fand in einer Metaanalyse eine Komplikationsrate von 4,8 %, während zweiterer in einer Meta-Analyse, welche 1205 Patient*innen umfasste, nach einem durchschnittlichen follow-up von 15,8 Monaten eine 6 %-ige Rate dokumentierte. Als häufigste Komplikation zeigten sich Hämatome/Ekchymose (5%), Fettnekrosen/Ölzysten (2 %) und irreguläre Fettverteilung und Narben (beide 2 %).

Stimmige Ergebnisse diesbezüglich fanden ebenso (Yang et al., 2021, Agrawal et al., 2015, Cervelli et al., 2016, Gornitsky et al., 2018 & Pasquale et al., 2015), welche überwiegend leichte Komplikationen wie Ödeme, Irregularität, Asymmetrie, Hämatome, Chemosis, Schmerzen im Injektionsbereich und Volumenexzess beschrieben.

In (Boureaux et al., 2016) Studie, welche 16 Studien zum Thema Fat-Grafting der Augenlider umfasste, fanden sich milde Komplikationen (Fettresorption, Lipogranulom, Parästhesien, Fettmigration und Asymmetrien), sowie schwerere Komplikationen (OAO,

Zerebrale Infarkte) welche jedoch hauptsächlich bei Injektionen in die Glabella oder Stirn auftraten.

(Ma et al., 2023) berichtete in einer Metaanalyse von unterschiedlichen Komplikationsraten je nach Kategorie, so fand sich die höchste Komplikationsrate bei der Gruppe erworbener Atrophien (7,3 %), gefolgt von der kongenitalen Gruppe (4,7 %), chirurgischen Gruppe (2,0 %) und letztlich der gemischten Gruppe (1,7%). Im Schnitt zeigte sich somit eine Komplikationsrate von 3,4 %.

Autor	Studientyp Patientenzahl	Komplikations- rate (%)	Häufigsten Komplikationen
(Lv et al., 2021)	Systematisches Review 1011	2,8	Irregularitäten, Kopfschmerzen und Dysästhesie, Asymmetrie,
(Krastev et al., 2018)	Metaanalyse 4579	4,8	Asymmetrie, Überkorrektur
(Groen et al., 2017)	Systematisches Review 1205	6,0	Hämatome, Fettnekrosen, Narben, Infektion
(Yang et al., 2021)	Systematisches Review 4046	7,9	Ödem, Chemosis, Irregularitäten
(Gornitsky et al., 2018)	Systematisches Review 4577	2,27	Asymmetrie, Irregularitäten, Hypertrophien, Fettnekrosen
(Cervelli et al., 2016)	Prospektiv 45	NA	Ödeme, Schwellungen
(Pasquale et al., 2015)	Retrospektive Fallserie 32	NA	Ödeme, Schwellungen
(Ma et al., 2023)	Metaanalyse 1416	3,4	Fettnekrosen, Fettzysten, Irregularitäten, Hämatome

Tabelle 8 - Komplikationen

(Schiraldi et al., 2022) lieferte eine der umfangreichsten systemischen Aufarbeitungen zum Thema Komplikationen, seine Analyse umfasste 4579 Patient*innen, bei welchen es zu 354 unerwünschten Ereignissen kam. Diese teilte er, ähnlich wie (Brucato et al., 2024), in verschiedene Schweregrade ein und fand somit schwere Komplikationen (24,6 %), moderate (34,8 %) und leichte (40,6 %). Auffällig zeigte sich eine sehr große Schwankung der leichten Komplikationsrate mit 0 bis 81,4 %.

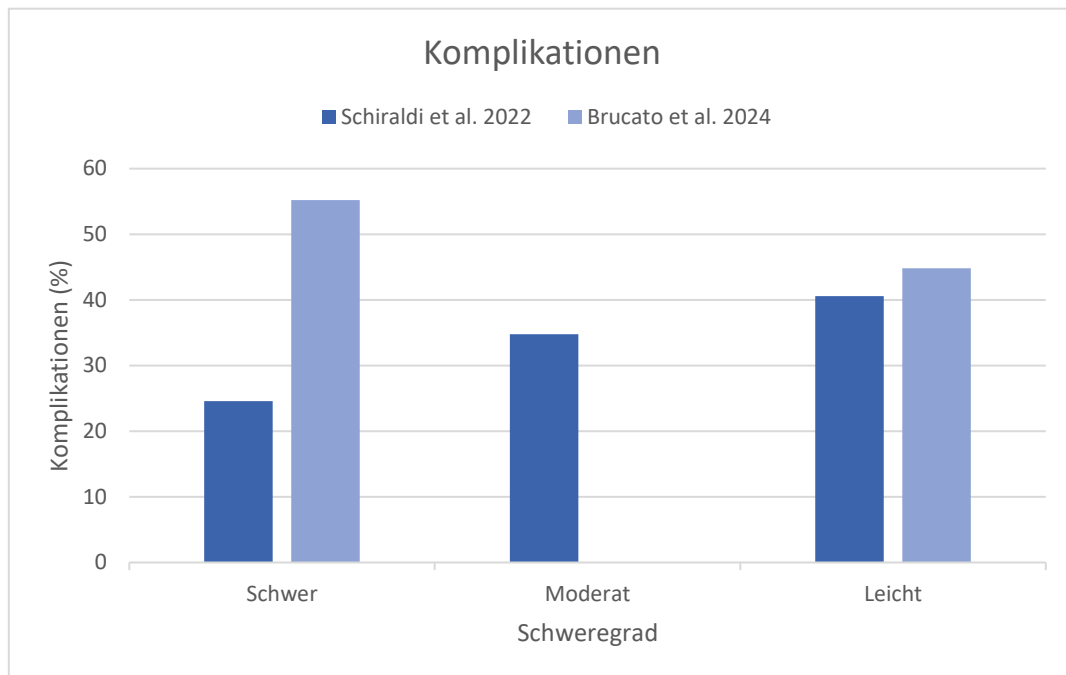


Abbildung 11 - Komplikationen nach Schweregrad (Schiraldi et al. 2022 & Brucato et al. 2024)

Kategorie	Definition	Beispiele
<i>Schwer</i>	Intravaskuläre Ereignisse: Notwendigkeit von neurologischem oder neurochirurgischem Management	Hemiplegie, Sehverlust, vermindertes Bewusstsein, Aphasie/Hautnekrose, Tod/Hemianopsie/Irisdepigmentierung
<i>Moderat</i>	Chirurgische Folgebehandlung notwendig	Fettnekrosen, Lipogranulome, Zysten, Asymmetrien
<i>Leicht</i>	Nicht Interventionspflichtig	Ödeme, Erytheme, Telangiektasien, reaktive Akne, Lipogranulom, Mykobakterieller Abszess, Augenlidschwellung, konjunktivale Injektion

Tabelle 9 - Schweregrad Komplikationen Schirald & Brucato

(Schiraldi et al., 2022) kommentierte die Wahrscheinlichkeit einer versteckten höheren Komplikationsrate durch fehlende Standardisierung und unzureichende Dokumentation.

7.3.1 Embolie

Obwohl es sich zumeist um milde Komplikationen handelte, gab es auch mehrere Arbeiten, welche auf schwerwiegendere Komplikationen wie intravaskuläre Fettembolien hinwiesen. Deren Auftreten konnte von (Moellhoff et al., 2023 Dhooghe et al., 2022) vor allem bei Injektionen in risikobehafteten Regionen dokumentiert werden. Dies führte zu mehreren Erblindungsfällen von permanentem Charakter, sowie neurologischen Ausfällen (Paralyse, Aphasie, Bewusstseinsverlust) und Todesfällen. In allen dokumentierten Fällen führte die Okklusion der Arteria ophthalmica (OAO) zu einer irreversiblen einseitigen Erblindung, während die Okklusion der Arteria Cerebralis (OAC) mit neurologischen Schäden assoziiert wurde (Moellhoff et al., 2023).

Das Erstauftreten von Symptomen wurde von (Moellhoff et al., 2023 & Dhooghe et al., 2022) ähnlich beschrieben, beide dokumentierten, dass in circa 60 % der Fälle die ersten Symptome entweder direkt während des Eingriffs oder sofort danach auftraten. Mit einer Ausnahme von ein paar Fällen trat die Symptomatik immer innerhalb von 24h auf.

<i>Symptomauftritt</i>	<i>Moellhoff et al. 2023</i>	<i>Dhooghe et al. 2022</i>
<i>Während des Eingriffs / <1h</i>	66 %	58,5 %
<i>1h-23h danach</i>	24 %	-
<i>≥24h</i>	10 %	-
<i>1h-4d</i>	-	41,5 %
<i>NA</i>	-	18 %

Tabelle 10 - Symptomauftritt

Das Risiko einer intravaskulären Injektion zeigte sich in Abhängigkeit der Lokalisation. (Dhooghe et al., 2022, Moellhoff et al., 2023 & Schiraldi et al., 2022) dokumentierten alle das höchste Risiko bei Injektionen im Bereich der Glabella, Stirn und Schläfe. Nasolabiale

und periorbitale Regionen wurden teils als Hochrisikogebiete und teils als Gebiet mittleren Risikos deklariert.

(Moellhoff et al., 2023) fand folgende Zusammenhänge: vermehrte OAO bei Injektion im Bereich der Glabella, Stirn und periorbitalen Region; eine Korrelation zwischen der Injektion in Schläfengegend und der OAO und eine Korrelation zwischen einer OAO und OAC bei Injektionen in die Glabella. Er erklärte das Auftreten von visuellen oder neurologischen Symptomen pathophysiologisch durch die Existenz von multiplen Anastomosen der ACE und der ACI. Diese teils oberflächlich, teils tiefliegenden Verbindungen zwischen der A. temporalis superficialis, A. transversa faciei, A. zygomaticoorbitalis und den Endästen der ACI, waren ursächlich für das Auftreten einer Embolisation nach Injektion in Stirn, Schläfe oder periorbitale Region.

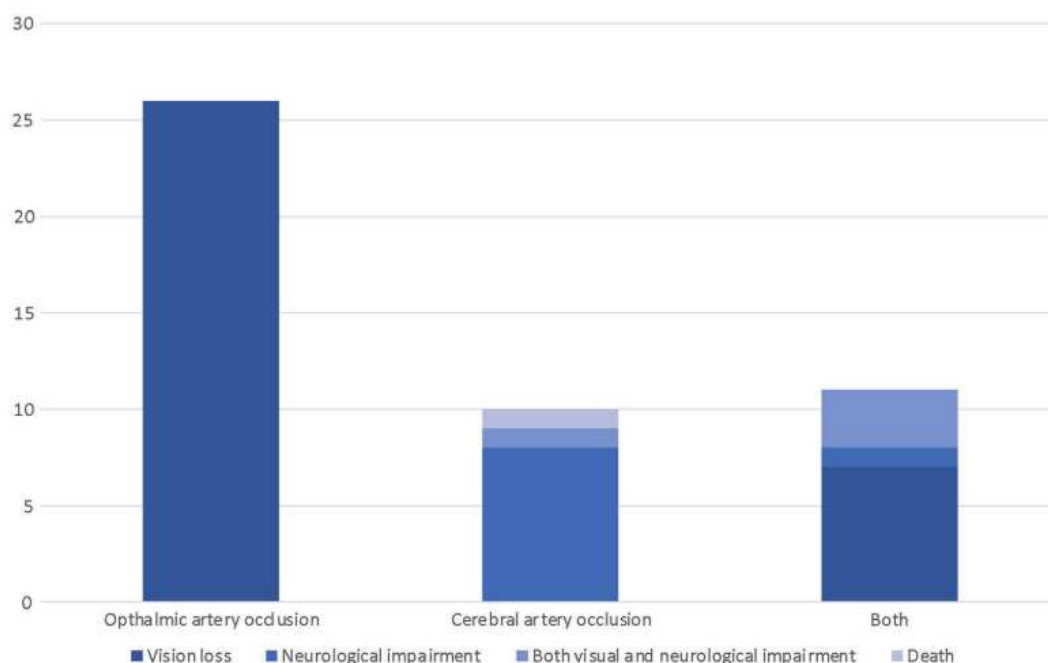


Abbildung 12 - Arterienembolie und Auswirkungen (Moellhoff et al. 2023)

Zur Behandlung dieser schweren Komplikationen konnte kein standardisiertes Management identifiziert werden. Im Fall einer OAO wurden verschiedene Therapien angewandt, jedoch ohne Erfolg. In wenigen neurologischen Fällen kam es zur Verbesserung der Symptomatik, meist jedoch, persistierte der neurologische Schaden (Dhooghe et al., 2022, Moellhoff et al., 2023).

(Brown et al., 2024) kam in ihrem Review ebenfalls zu dem Schluss, dass AFT eine vermehrt genutzte und effektive Methode zur Gesichtsverjüngung sei. Sie teilte Komplikationen in

die Kategorie schwer und leicht ein. Schwere Komplikationen, welche nur selten gefunden wurden, können mit der richtigen Technik weitgehend vermieden werden.

Major Complications	Minor complications
Intravascular injection leading to Stroke Vision loss	Poor graft survival leading to Contour irregularity Oil cysts Fat necrosis Granuloma Over-volumization Under-volumization Extended bruising or swelling Infection Donor site morbidity

Abbildung 13 - Überblick Komplikationen (Brown et al. 2024)

AFT gilt generell als sicheres Verfahren, es sollte jedoch immer daran gedacht werden, dass es auch hierbei zu schweren Komplikationen sowie dem Tod kommen kann. Eine große Schwankungsbreite, vor allem leichte Komplikationen betreffend, indiziert eine hohe Wahrscheinlichkeit einer größeren Dunkelziffer durch mangelhafte Dokumentation.

7.4 Ergebnisse

Messmethode:

(Lv et al., 2021) kritisierte, dass die Messung des Volumens beim follow-up nach 3-24 Monaten stark von den jeweiligen Messmethoden abhängig war (26-83 %). Laut ihm waren MR, CT und Ultraschall keine geeigneten Methoden zur Messung von Volumen, sondern eher für die Messung von Distanzen geeignet, was sie zur Evaluation von Retentionsraten ungeeigneter machte. Er empfahl die Nutzung von dreidimensionalen Oberflächenabbildungssystemen (3D-Scans), da diese eine gute Genauigkeit und Reproduzierbarkeit für Volumenmessungen besitzen, dem schloss sich auch (Wu et al., 2018) an.

(Schipper et al., 2025) wiederum sagte, dass 3D surface imaging nicht das Volumen von subkutanem Gewebe misst, sondern eine Oberfläche und der Unterschied zwischen zwei Oberflächen stellt dann einen sichtbaren Volumenunterschied dar. Somit war das Ergebnis von der korrekten Registrierung der Bilder abhängig und konnte so zu großen Unterschieden führen. Leichte Veränderungen der Muskelspannung im Stirnbereich (dem Bereich, der für die Registrierung verwendet wird) könnten bereits die Registrierungsqualität und somit das Ergebnis beeinflussen.

Retentionsrate:

In der vorliegenden Literatur zeigte sich ein weitgehender Konsens hinsichtlich der Aussage, dass der größte Volumenverlust innerhalb der ersten 3 Monate nach dem Eingriff vorliegt. (Lv et al., 2021, Bourne et al., 2021, Cervelli et al., 2016, Ma et al., 2023)

Weiter wurde von (Cervelli et al., 2016 & Ma et al., 2023) eine Stabilisierung des Volumens nach 6 Monaten beschrieben, was für eine biphasische Volumenentwicklung mit initialer Resorption und späterer Plateauphase sprach. Auch (Bourne et al., 2021) vermerkte ein stabiles Volumen zwischen dem dritten und neunten Monat. (Lv et al., 2021 & Schipper et al., 2025) hingegen berichteten von einem kontinuierlichen Volumenverlust bis zum 12-Monate-follow-up. (Schipper et al., 2025) beobachtete zusätzlich eine erhöhte Volumenmenge nach 5 Jahren, diese stand jedoch in Korrelation mit einer Gewichtszunahme der betroffenen Patient*innen, das Gesichtsvolumen stieg um 1,4 ml pro zugenommenen Kilogramm Körpergewicht. Dieser Zusammenhang unterstrich die Notwendigkeit, systemische Einflussfaktoren wie den Body-Mass-Index bei Langzeitbeobachtungen zu berücksichtigen.

Weiters fand sich Einigkeit in Bezug auf die Abhängigkeit der Volumenretention von der zugrundeliegenden Indikation. Mehrere Studien zeigten eine tendenziell bessere Retention bei Patient*innen mit kongenitalen Deformitäten als bei Patient*innen mit Atrophie oder rein ästhetischen Indikationen. So beschrieb (Lv et al., 2021), wenn auch ohne statistische Signifikanz, eine höhere Retention bei kongenitalen Fällen. (Ma et al., 2023) fand 12 Monate postoperativ eine größere Retentionsrate in der Gruppe mit gemischten Deformitäten mit 64 % (95 % KI: 57 %-71 %) als in der Gruppe mit erworbener atrophischer Erkrankung 43 % (95 % KI: 28 %-58 %). Während (Ma et al., 2023) bei Parry-Romberg-Syndrom und lokalisierter Sklerodermie von schlechten Retentionsraten berichtete, fand (Pasquale et al., 2015) den größten Erfolg in der Gruppe genetischer Syndrome wie Franceschetti oder Romberger und weniger zufriedenstellende Ergebnisse bei der Behandlung von Narbengewebe. (Groen et al., 2017) fand eine starke Schwankung bezüglich der Retentionsrate mit Ergebnissen zwischen 13 % und 68 % beim Kontrollpunkt nach 12,2 Monaten.

(Nasim et al., 2024) berichtete in einem systematic Review, Schläfenaushöhlungen betreffend, von einer durchschnittlichen Retentionsrate zwischen 33% und 65%

Bezüglich posttraumatischer Defekte berichtete (Bourne et al., 2021) in einer prospektiven Kohortenstudie, welche 20 Patient*innen mit traumatischen und postkraniektomiebedingten kraniofazialen Defekten umfasste, von einer durchschnittlichen Retentionsrate, gemessen mit CT, von $63,3 \pm 17,1$ %. Die 25 Patient*innen mit posttraumatischen maxillofazialen Defekten umfassende prospektive Studie von (Agrawal et al., 2015) zeigte eine durchschnittliche Resorptionsrate innerhalb der ersten 12 Monate, gemessen mit MR, von 21,85 %. Beide Studien konnten eine gute objektive Symmetrie erzielen (Agrawal et al., 2015), mit durchschnittlich 8,8/10 Punkten, mit lediglich vereinzelt Fällen von Asymmetrie oder wiederholten Eingriffen.

Die prospektive Studie von (Cervelli et al., 2016) lieferte Vergleiche zwischen verschiedenen Regionen des Gesichts und fand, dass die Malare- (MSS: 4.5) und seitliche Wangenregion (MSS: 4.2) bessere Ergebnisse lieferte als das Kinn (MSS: 3.4), die Nasolabialregion (MSS: 3.1) oder die Marionettenfalten (MSS: 2.8). Die geringste Patientenzufriedenheit wurde in der Region der Ober- (MSS: 2.0) und Unterlippe (MSS: 1.9) berichtet, was auf eine erschwerte Fettintegration und einen begrenzten Volumeneffekt in diesem Umfeld hindeuten könnte.

(Khorasani & Janbaz, 2021) berichteten in ihrer 15 Patient*innen umfassenden Fallserie bezüglich Gesichtsdeformitäten, von einem Langzeit-follow-up (2-4J) mit einer Patientenzufriedenheit von 87 %. Zwei der 15 Patient*innen unterzogen sich einem zweiten Eingriff, nach welchem ein Patient*in weiter unzufrieden blieb.

Eine interessante Beobachtung machte (Bourne et al., 2021), er fand im Vergleich zu Nichtrauchern eine erhöhte Retentionsrate in Patient*innen, welche ein Monat vor der Behandlung aufhörten zu rauchen. Es wurde vermutet, dass dies auf eine verbesserte zelluläre Anpassung an die hypoxischen Bedingungen während der Transplantatintegration zurückführbar sei.

Eine Ausnahmegruppe mit widersprüchlichem Muster zeigte sich hingegen laut (Krastev et al., 2018) in der Gruppe von Patient*innen mit HIV-assoziiertes Lipodystrophie, bei welchen die Retentionsrate in einigen Studien auf 50,9 % (95 % CI, 37,2 %-66,2 %) sank und in anderen Studien drastisch auf 238,1 % (95 % CI, 201,5 %-274,3 %) anstieg.

Um einheitlichere Ergebnisse zu erzielen, sollten zukünftige Studien verstärkt standardisierte 3D-Messverfahren einsetzen und patientenbezogene Einflussfaktoren (BMI, Raucherstatus) systematisch erfassen.

7.5 Zusätze

Die Rolle von biologischen Zusätzen wie stromal vascular fraction (SVF), platelet-rich plasma (PRP) und adipose-derived stem cells (ADSCs) wird in der Literatur heterogen diskutiert. (Ansari Lari et al., 2024 & Laloze et al., 2017) berichteten in ihren Reviews, von einer positiven Auswirkung von CAL, welches im Vergleich zum normalen EFT zu vermehrtem Transplantatüberleben und verbesserter Volumensretention führte. Es wurde jedoch auch darauf hingewiesen, dass für genauere Aussagen hinsichtlich Wirksamkeit und Sicherheit, größere multizentrische randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) notwendig seien. Laloze et al. fand 2017 lediglich 4 randomisierte prospektive Studien, 11 RCTs, 5 Kohortenstudien und 5 Fallserien, welche CAL mit AFT verglichen.

CAL

PRP:

(Rigotti et al., 2016) fand, dass die Zugabe von PRP im Vergleich zu expandierten Stammzellen oder mit SVF angereichertem Fett keinen Vorteil bezüglich der Regeneration bei Hautverjüngung zeigte. Die Nutzung von PRP führte jedoch zu vermehrtem Aufkommen von Entzündungsinfiltraten und einer erhöhten Reaktivität der Gefäß- und Nervenkomponenten. Die Ergebnisse von (Schipper et al., 2022) bestätigten die Aussage, dass die Zugabe von PRP oder Mischungen aus PRP und cSVF keinen Einfluss auf die Volumenretentionsrate hatten.

ADSCs:

(Laloze et al., 2017) berichtete von 2 Studien, welche den EFT mit kultivierten ADSCs und ohne deren Zusatz verglichen. Koh et al. fand, dass die Resorptionsrate der non-CAL (cell assisted lipotransfer) Gruppe im Vergleich zur CAL-Gruppe verringert war (20,59 % versus 46,81 %). Kollé et al. stieß auf ähnliche Ergebnisse, in der mit ADSC angereicherten Gruppe zeigte sich mit 80,9 % (76,6–85,2) im Vergleich zu 16,3 % (11,1–21,4) in der Kontrollgruppe eine 5 -mal so hohe Adipozytenüberlebensrate.

(Fontes et al., 2018) Review berichtete von Laloze et al. Metaanalyse, welche 16 Studien zum Thema „Effizienz von CAL“ verglich. Es zeigte sich, unabhängig von der Injektionsstelle (Gesicht oder Brust), eine signifikant höhere Retentionsrate in der CAL-

Gruppe, jedoch nur bei Injektionsvolumina unter 100 ml. Andererseits fand sich auch eine erhöhte Komplikationsrate in der CAL-Gruppe, sowie keine Verringerung der notwendigen Behandlungsanzahl nach der ersten Injektion.

(Xu & Zhao, 2024) wiederum fanden in ihrem RCT, welches 100 Patient*innen umfasste, beim follow-up nach 3 Monaten in der Gruppe mit hochdichtem Fett und ADSC-Kleber eine höhere Retentionsrate, verbesserte Hautstruktur und Weichteilkontur, höhere Patientenzufriedenheit (98.00 % vs. 86.00 %) und eine niedrigere Komplikationsrate (4 % vs. 22 %) als in der Kontrollgruppe.

Die Ergebnisse von (Schipper et al., 2022) systematischen Review zeigten ebenfalls, dass von allen zugefügten Präparaten, kultivierte ADSC das injizierte Fettvolumen am effektivsten beibehielten. Stark kritisiert wurde jedoch das Fehlen von ordnungsgemäß beschriebenen standardisierten Verfahren in praktisch allen analysierten Arbeiten, sowie der dadurch erschwerte Vergleich zwischen verschiedenen Studien. Dies führte dazu, dass mehrere der Studien mehr subjektiv als objektiv gewertet wurden und schmälerte deren Aussagekraft.

Gleiches fanden (Surowiecka & Strużyna, 2022), welche von verbesserter Wundheilung, erhöhter Dermisdichte und Faltenreduktion nach ADSC-Injektion berichtete. Kritisiert wurde jedoch, dass bei hoher Heterogenität der Studien der Vergleich zwischen AFT und AFT mit ADSCs erschwert war. Es wurde auf die neoangiogenetischen Eigenschaften von ADSC und dem fehlenden Wissen bezüglich Förderung der Neoangiogenese und Metastasen bei onkologischen Patient*innen hingewiesen.

SVF:

(Yin et al., 2020) berichtet in einem 50 Patient*innen umfassenden randomized controlled trial von einer verbesserten Hautelastizität, Dermisdicke und klinischem Erscheinungsbild in der SVF-Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe. SVF wurde dem Eigenfett in einem 3:1 Verhältnis beigemischt. Die Überlebensrate des mit SVF-versetzten Fetts war signifikant höher als die der Kontrollgruppe mit (77,6 %±11,6 % versus 56,2 %±9,5 %) ($p<0,001$). Das gesamte Gesichtsvolumen wurde präoperativ, sofort nach dem Eingriff und 6 Monate danach mittels 3D Scanner und Geomagic Software ermittelt. Die Hautanalyse mit Fokus auf Falten ($19,3 \pm 6,6$ versus $10,9 \pm 5,5$, $p<0,001$) und Hautstruktur ($15,8 \pm 7,0$ versus $10,3 \pm 5,0$, $p<0,01$) erfolgte mittels VISIA Messung, auch hier zeigte sich nach 6 Monaten ein besseres Ergebnis in der SVF-Gruppe.

In (Cao et al., 2022) Fallserie mit 13 Patient*innen mit Hemiatrophie ließ sich ebenfalls eine positive Auswirkung des SVF-Gels nachweisen. Auf 35,6 ml Fett wurden 8,4ml SVF gemischt, somit ergab sich ein 4,2:1 Verhältnis. Als problematisch wurde die Umwandlung von „low-density fat“ in SVF-Gel beschrieben, da es bei Patient*innen mit geringem BMI schwierig gestaltete, die ausreichende Fettmenge zu entnehmen. Die Zufriedenheit wurde nach 7-15 Monaten mittels „allgemeine Erscheinung des Gesichts“ $30,7\pm 3,1$ zu $84,2\pm 3,0$ ($P<0,05$), „psychologischer Funktion“ $38,5\pm 2,1$ zu $88,3\pm 2,4$ und „sozialer Funktion“ $31,8\pm 1,9$ zu $85,9\pm 1,8$ gemessen. Nach 2 Jahren brauchten 2 Patient*innen einen weiteren Eingriff, um das Ergebnis zu verbessern. Da diese Studie jedoch keine Kontrollgruppe zum Vergleich hatte, bleibt die Frage offen, welche Auswirkung das SVF-Gel auf das Ergebnis hatte.

In einer quantitativen Analyse von (Gornitsky et al., 2018) zeigten angereicherte Transplantate mit SVF eine durchschnittliche Retention von 65,68 % und mit PRP sogar 69 %, verglichen mit 41,63 % bei nicht angereicherten Fetttransfers.

(Surowiecka & Strużyna, 2022) kamen zu dem Schluss, dass der alleinige Transfer von SVF eine positive Auswirkung auf die Hautdicke sowie -dicke hatte. Durch die Verbesserung der Dermisdichte ließ sich sekundär ein voluminisierender Effekt beobachten. Das Ergebnis zeigte sich beim 12-monatigen follow-up stabil.

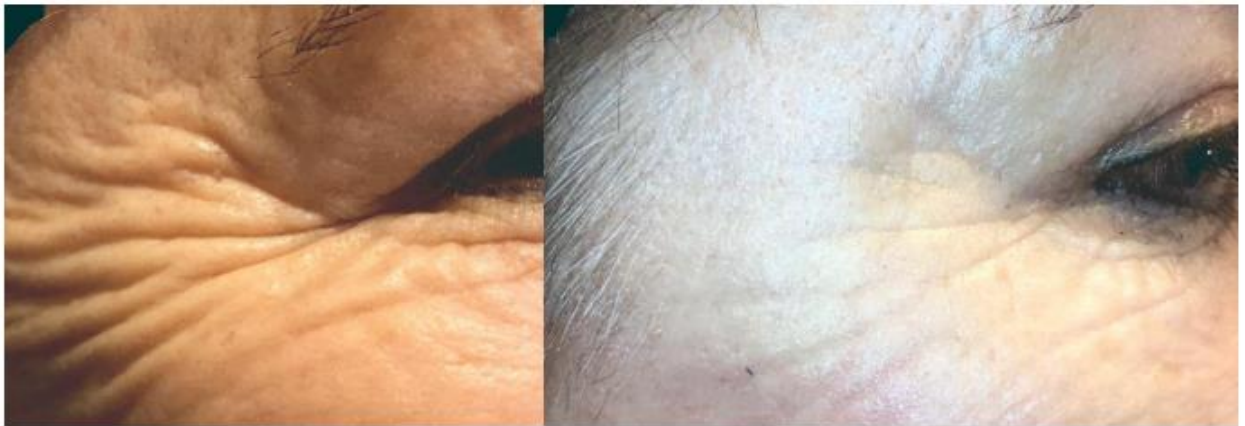


Abbildung 14 - SVF nach 6 Monaten – (Surowiecka et al. 2022)

Nanofett:

Bot die Möglichkeit, enzymatische Verfahren, welche bei der Herstellung von SVF notwendig sind, zu umgehen. Das genaue Regenerationspotenzial dieser Mischung war jedoch noch nicht genau definiert (Nguyen et al., 2016).

(Menkes et al., 2020) Studie umfasste 50 Patient*innen, welche sich zur Gesichtsverjüngung Nanofett vermischt mit PRP (20 %) einspritzen ließen. Aus 20ml Microfett konnte mittels hin- und herdrücken zwischen 2 Spritzen und Filtrierung mit einem Tulip Set zirka 15ml Nanofett gewonnen werden, welches dann mit PRP versetzt wurde. Die Daten bestätigten, dass das gewählte Nanofett-Verfahren die im Fettgewebe enthaltenen Zellen nicht schädigte und die Lebensfähigkeit der Zellen sowie die Anzahl der ADSCs erhalten blieb. Die durchschnittliche follow-up-Zeit belief sich auf 9 Monate (zwischen 6 und 12 Monaten), in diesem Zeitraum erhielten die Patient*innen keine anderen Therapien. Mindestens 18ml Nanofett-PRP Suspension wurden mit einer 28-G Kanüle in die subkutane Schicht verschiedener Bereiche des Gesichts eingespritzt. Der Vergleich von Bildern vor und nach dem Eingriff zeigte einen erkennbaren „lifting“ Effekt.

(La Padula et al., 2023) Review umfasste 30 Studien, welche sich mit den Fortschritten der Anwendung von Nanofett im Gesichtsbereich beschäftigten. Durchschnittlich dauerte das Nanofett-Verfahren mit Infiltration, Entnahme und Emulgierung 30 bis 45 Minuten, PRP wurde bereits vor der Fettentnahme zentrifugiert, um bei Kombination der Verfahren die Dauer zu verkürzen.

Einige Patient*innen berichteten über eine anhaltende Verbesserung, welche auch 3 Jahre nach dem Eingriff bestehen blieb. Ärzte berichteten nach Nanofett-Transferen von einer beständig bleibenden Patientenzufriedenheit. Dies ließ sich auf die verbesserte Überlebensraten der Adipozyten, durch vermehrte Angiogenese (durch Nanofett) zurückführen. Man vermutete, dass eine verminderte Mikrovaskularisation und Nährstoffmangel verantwortlich für altersbedingte Hautveränderungen sind. Nanofett zeigte, im Gegensatz zu Makrofett und Mikrofett, keinen Zusammenhang mit Infektionen, Granulomen oder Fettzysten.

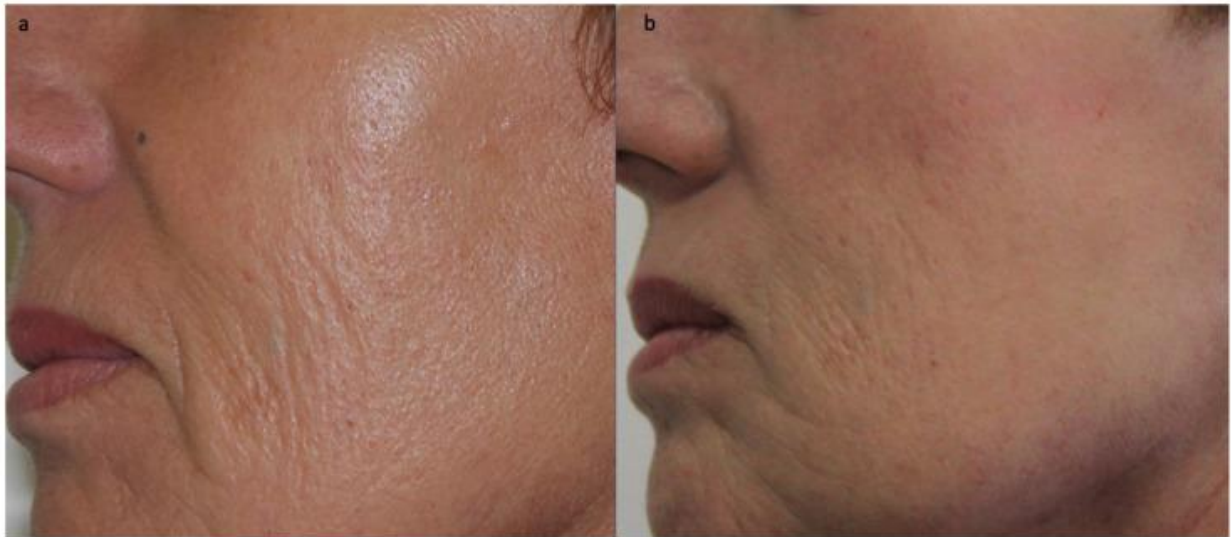


Abbildung 15 - Gesichtslinienkorrektur (La Padula et al. 2023)

Auch (Macedo, 2018) fand in ihrer, 52 Patient*innen umfassenden retrospektiven Fallserie, bezüglich der Auswirkung von Nanofett auf Falten, Narben und Hautverfärbung bei 93 % der Fälle eine eindeutige Verbesserung des Hautbildes. Das Injektionsvolumen lag zwischen 1 und 25ml. Das follow-up erfolgte sieben Tage, drei Wochen und drei Monate nach dem Eingriff, dabei wurde jeweils die Haut- und Narbenqualität dokumentiert. Es kam zu keinen signifikanten Komplikationen.

Die Bewertungen der einzelnen Unterpunkte ergab Folgendes:

Kategorie	Gut	Zufriedenstellend	Unverändert
Narben	74 %	18 %	8 %
Hautverfärbungen	60 %	40 %	-
Falten	34 %	66 %	-

Tabelle 11 - Ergebnis Narben/Hautverfärbung/Falten

(Atiyeh et al., 2021) fand lediglich 2 Studien zum Thema Nanofett und 5 Studien die über Nanofett/ADSCs versetzt mit weiteren Zellzusätzen berichteten. Durch starke Heterogenität und fehlende Dokumentation war eine Meta-Analyse nicht möglich.

Die aktuell vorliegenden Studien sind methodisch häufig heterogen und basieren oft auf kleinen Fallzahlen oder fehlender Kontrollgruppe. Um die Rolle der Zellzusätze valide beurteilen zu können, sind größere randomisierte kontrollierte Studien mit standardisierter Methodik notwendig.

8 Fazit

EFT im Gesicht ist seit einigen Jahren ein etabliertes Verfahren, welches ein breites Indikationsspektrum mit geringer Komplikationsrate bietet. Während sich im ästhetischen (Augenlidkorrektur, Falten- und Volumensaugmentation) sowie im rekonstruktiven Bereich (kongenitale Syndrome, traumatisch bedingte Defekte) Indikationen zeigten, ließ sich ebenfalls ein Konsens bezüglich eines besseren Ergebnisses in der Gruppe kongenitaler Deformitäten herauslesen. Während alleinig bei Patient*innen mit HIV-assoziiertes Lipodystrophie eine stark schwankende Retentionsrate mit Lipohypertrophie beobachtet werden konnte, zeigte sich bei allen anderen Indikationen einheitlich eine hohe Patienten- und Ärztezufriedenheit.

Die vorliegende Literatur zeigt, dass die unvorhersehbare Retentionsrate weiterhin ein Problem bleibt. Es mangelt an prospektiven randomisierten Studien mit großem Patientenkollektiv sowie einer einheitlichen Vorgehensweise. Trotz Etablierung gewisser Techniken wie der Nutzung stumpfer Kanülen, einer retrograden Injektion und sorgfältiger Injektion in die richtigen Schichten, fehlt es weiterhin an einer standardisierten Technik. Auch wenn Filtration und Zentrifugation vermehrt auf vorteilhafte Ergebnisse hindeuten, kann durch methodische Heterogenität keine klare Empfehlung ausgesprochen werden. Eine unzureichende Dokumentation erschwert den Vergleich von Studien und deren Ergebnissen.

Allgemein wird der EFT im Gesicht in der Literatur als sicheres Verfahren mit einer geringen Komplikationsrate beschrieben, selten kann es jedoch auch zu schweren Komplikationen wie Visusverlust, neurologischen Defiziten oder dem Tod, ausgelöst durch Embolien, kommen. Während die Studien eine sehr niedrige Komplikationsrate von 2,27%-7,9% präsentierten, kann ein versteckter höherer Prozentsatz, verfälscht durch fehlende Dokumentation, vor allem leichte Komplikationen betreffend, nicht ausgeschlossen werden. Um diese zu vermeiden, wurden „best practice tips“ etabliert, diese und ein detailliertes Wissen hinsichtlich der anatomischen Strukturen sind fundamental.

Hinsichtlich der Volumensretention zeigte sich in den meisten Fällen ein biphasischer Verlauf mit einem initialen Volumensverlust innerhalb der ersten 3 Monaten und einem darauffolgenden stabilen Plateau. Während die meisten Studien von einer Retentionsrate zwischen 40% - 80% berichteten, sprach (Groen et al., 2017) von einer Retentionsrate

zwischen 13 - 68%. Hier muss kritisch hinterfragt werden, ob es eventuell zur Vermischung von Retentions- und Resorptionsrate kam. Die einheitliche Dokumentation diesbezüglich ist ebenso essenziell, da sich Retentions- und Resorptionsrate nicht direkt vergleichen lassen. Nur in wenigen Studien wurden Gewicht und BMI der Patient*innen im Laufe des follow-ups dokumentiert, da eine Gewichtszunahme das Volumen des Transplantats ebenfalls beeinflusst, sollten zukünftige Studien dies berücksichtigen und dokumentieren, um kompromittierte Ergebnisse zu verhindern. Da Rauchen einen großen Einfluss auf die Angiogenese und Sauerstoffversorgung des Gewebes hat, bedarf es hier ebenso einer genaueren Dokumentation, um dessen Auswirkungen auf die Volumensretention besser zu verstehen.

Ebenso bedarf es standardisierter Evaluierungsmethoden. Viele verschiedene Methoden der Evaluierung, angefangen von Fragebögen, der Beurteilung des Gesichts mittels „facial scores“, Fotodokumentation, Veränderung der psychischen Auswirkung, MR, CT bis hin zu 3D-Scans machen einen Vergleich unmöglich. Wenn auch nicht von allen Autoren bestätigt, zeigte sich ein 3D-Scan dennoch als momentan beste Methode der Volumensmessung.

Zellzusätze wie PRP, ADSCs und SVF, gedacht zur Verbesserung der Überlebensrate des Transplantats, wurden kontrovers diskutiert. Während einzelne Studien klare Vorteile zeigten, gab es ebenso Studien, welche keinen Vorteil nachwiesen. Die Datenlage zeigte sich durch fehlende Kontrollgruppen, kurze follow-ups, uneinheitliche Dokumentation und kleinen Gruppengrößen heterogen und methodisch schwach. Das zukünftige Potential gehört mittels standardisierter Dokumentation und weiteren Studien exploriert, um so genauere Aussagen bezüglich der Wirksamkeit treffen zu können. Obwohl es zu Nanofett noch keine ausreichende Studienzahl gibt, zeigt dieses großes Potential für die Zukunft hinsichtlich schneller, komplikationsarmer, hautverjüngender Eingriffe.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass EFT eine geeignete, sichere Methode für ästhetische oder rekonstruktive Eingriffe darstellt, welche nicht nur technisches Potential zeigt sondern auch die Lebensqualität der Patient*innne stark beeinflussen kann. Die initiale Retentionsrate wird durch technische (Injektionsmethode, Messverfahren), biologische (Zellviabilität), sowie patientenbezogene Faktoren (Grunderkrankung, Lebensstil) beeinflusst. Eine standardisierte Methodik zur Volumenmessung sowie prospektive, kontrollierte Studien sind dringend erforderlich. So kann die bestehende

Evidenzlage gefestigt werden und reproduzierbare Aussagen zur Langzeiteffektivität können getroffen werden. Eine zukünftige Unterstützung durch Augmented Reality könnte die Eingriffsdauer reduzieren und ein präziseres Arbeiten ermöglichen, bedarf jedoch noch weiterer Studien.

9 Referenzen

Die folgenden Referenzen werden in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet.

- Agrawal, K. S., Bachhav, M., Naik, C. S., Tanwar, H., & Sankhe, S. S. (2015). Autologous Fat Transfer for Esthetic Contouring of Face in Posttraumatic Nonfunctional Maxillofacial Deformities. *Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction*, 9(2), 113. <https://doi.org/10.1055/S-0035-1566163>
- Alessi, D. (2022). Clarification for the Differences Between Microfat and Nanofat. *Global Journal of Otolaryngology*, 25(3). <https://doi.org/10.19080/gjo.2022.25.556164>
- Almadori, A., Fung, S. C., Denton, C. P., & Butler, P. E. M. (2024). Fat Grafting and Adipose Stem Cells for Facial Systemic Sclerosis: A Systematic Review of the Literature. *Aesthetic surgery journal*, 45(1), NP25–NP30. <https://doi.org/10.1093/ASJ/SJAE200>
- Ansari Lari, S., Zumot, M. S., Nemrishi, S., & Fredericks, S. (2024). Role of mesenchymal cells in enhancing cosmetic outcomes for autologous augmented fat transfers for facial rejuvenation and reconstructive surgery. *Frontiers in medicine*, 11. <https://doi.org/10.3389/FMED.2024.1466939>
- Atiyeh, B., Ghieh, F., & Oneisi, A. (2021). Nanofat Cell-Mediated Anti-Aging Therapy: Evidence-Based Analysis of Efficacy and an Update of Stem Cell Facelift. *Aesthetic Plastic Surgery*, 45(6), 2939–2947. <https://doi.org/10.1007/S00266-021-02353-W/TABLES/2>
- Boureaux, E., Chaput, B., Bannani, S., Herlin, C., De Runz, A., Carloni, R., Mortemousque, B., Mouriaux, F., Watier, E., & Bertheuil, N. (2016). Eyelid fat grafting: Indications, operative technique and complications; A systematic review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 44(4), 374–380. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2015.12.013>
- Bourne, D. A., Bliley, J., James, I., Donnenberg, A. D., Donnenberg, V. S., Branstetter, B. F., Haas, G. L., Radomsky, E., Meyer, E. M., Pfeifer, M. E., Brown, S. A., Marra, K. G., Coleman, S., & Rubin, J. P. (2021). Changing the Paradigm of Craniofacial Reconstruction: A Prospective Clinical Trial of Autologous Fat Transfer for Craniofacial Deformities. *Annals of surgery*, 273(5), 1004. <https://doi.org/10.1097/SLA.00000000000003318>
- Brown, K., McCoskey, M., & Nakra, T. (2024). Complications of facial autologous fat grafting. *Plastic and Aesthetic Research*, 11. <https://doi.org/10.20517/2347-9264.2023.94>

- Brucato, D., Ülgür, I. I., Alberti, A., Weinzierl, A., & Harder, Y. (2024). Complications Associated with Facial Autologous Fat Grafting for Aesthetic Purposes: A Systematic Review of the Literature. *Plastic and reconstructive surgery. Global open*, *12*(1), E5538. <https://doi.org/10.1097/GOX.00000000000005538>
- Cao, Z., Li, H., Wang, Z. H., & Liang, X. Q. (2022). High-Density Fat Grafting Assisted Stromal Vascular Fraction Gel in Facial Deformities. *Journal of Craniofacial Surgery*, *33*(1), 108–111. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000008038>
- Cervelli, D., Gasparini, G., Moro, A., Pelo, S., Foresta, E., Grussu, F., D’Amato, G., De Angelis, P., & Saponaro, G. (2016). Lipofilling as refinement procedure in maxillo-mandibular malformations. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, *36*(5), 368. <https://doi.org/10.14639/0392-100X-857>
- Chittoria, R. K., & Singh, P. B. K. (2022). Indications and techniques of liposuction. *Cosmoderma*, *2*. https://doi.org/10.25259/csdm_124_2022
- Clark, N. W., Pan, D. R., & Barrett, D. M. (2023). Facial fillers: Relevant anatomy, injection techniques, and complications. *World Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*, *9*(3), 227. <https://doi.org/10.1002/WJO2.126>
- Dhooghe, N. S., Maes, S., Depypere, B., Claes, K. E. Y., Coopman, R., Kubat, B., Piette, M. H., & Monstrey, S. (2022). Fat Embolism after Autologous Facial Fat Grafting. *Aesthetic Surgery Journal*, *42*(3), 231–238. <https://doi.org/10.1093/ASJ/SJAB252>
- Fettgewebe und Stromal Vascular Fraction zur autologen Transplantation.* (o. J.). Abgerufen 6. Juni 2025, von <https://www.swissmedic.ch/swissmedic/de/home/humanarzneimittel/besondere-arzneimittelgruppen--ham-/transplantation-products/publikationen/fettgewebe-stromal-vascular-fraction-autologen-tp.html>
- Fontes, T., Brandão, I., Negrão, R., Martins, M. J., & Monteiro, R. (2018). Autologous fat grafting: Harvesting techniques. *Annals of medicine and surgery (2012)*, *36*, 212–218. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2018.11.005>
- Gornitsky, J., Viezel-Mathieu, A., Alnaif, N., Azzi, A. J., & Gilardino, M. S. (2018). A systematic review of the effectiveness and complications of fat grafting in the facial region. *JPRAS open*, *19*, 87–97. <https://doi.org/10.1016/J.JPRA.2018.12.004>
- Groen, J. W., Krastev, T. K., Hommes, J., Wilschut, J. A., Ritt, M. J. P. F., & Van Der Hulst, R. R. J. W. (2017). Autologous Fat Transfer for Facial Rejuvenation: A Systematic

- Review on Technique, Efficacy, and Satisfaction. *Plastic and reconstructive surgery. Global open*, 5(12). <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000001606>
- Huang, S. H., Huang, Y. H., Lin, Y. N., Lee, S. S., Chou, C. K., Lin, T. Y., Takahashi, H., Kuo, Y. R., Lai, C. S., Lin, S. D., & Lin, T. M. (2018). Micro-Autologous Fat Transplantation for Treating a Gummy Smile. *Aesthetic Surgery Journal*, 38(9), 925. <https://doi.org/10.1093/ASJ/SJY069>
- Isaac, J., Walker, L., Ali, S. R., & Whitaker, I. S. (2023). An illustrated anatomical approach to reducing vascular risk during facial soft tissue filler administration – a review. *JPRAS Open*, 36, 27–45. <https://doi.org/10.1016/J.JPRA.2022.09.006>
- Isaac, J., Walker, L., Ali, S. R., & Whitaker, I. S. (2025). Exploring the venous supply of the face: An illustrated overview of contemporary literature. *JPRAS Open*, 43, 92–104. <https://doi.org/10.1016/j.jptra.2024.10.019>
- Karwowska, N. N., & Turner, M. D. (2021). Step by Step: Autologous Fat Transfer in Oral and Maxillofacial Surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 79(1), e4–e7. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.10.016>
- Khorasani, M., & Janbaz, P. (2021). Clinical evaluation of autologous fat graft for facial deformity: A case series study. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 47(4), 286–290. <https://doi.org/10.5125/JKAOMS.2021.47.4.286>
- Krastev, T. K., Beugels, J., Hommes, J., Piatkowski, A., Mathijssen, I., & Van Der Hulst, R. (2018). Efficacy and Safety of Autologous Fat Transfer in Facial Reconstructive Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA facial plastic surgery*, 20(5), 351–360. <https://doi.org/10.1001/JAMAFACIAL.2018.0102>
- La Padula, S., Ponzio, M., Lombardi, M., Iazzetta, V., Errico, C., Polverino, G., Russo, F., D'Andrea, L., Hersant, B., Meningaud, J. P., Salzano, G., & Pensato, R. (2023). Nanofat in Plastic Reconstructive, Regenerative, and Aesthetic Surgery: A Review of Advancements in Face-Focused Applications. *Journal of Clinical Medicine*, 12(13), 4351. <https://doi.org/10.3390/JCM12134351>
- Laloze, J., Varin, A., Bertheuil, N., Grolleau, J. L., Vaysse, C., & Chaput, B. (2017). Cell-assisted lipotransfer: Current concepts. *Annales de Chirurgie Plastique Esthétique*, 62(6), 609–616. <https://doi.org/10.1016/J.ANPLAS.2017.03.011>

- Liu, K., Chen, S., Wang, X., Ma, Z., & Shen, S. G. F. (2024). Utilization of facial fat grafting augmented reality guidance system in facial soft tissue defect reconstruction. *Head & face medicine*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/S13005-024-00445-X>
- Luck, J., Smith, O. J., & Mosahebi, A. (2017). A systematic review of autologous platelet-rich plasma and fat graft preparation methods. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, 5(12). <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000001596>
- Lv, Q., Li, X., Qi, Y., Gu, Y., Liu, Z., & Ma, G. e. (2021). Volume Retention After Facial Fat Grafting and Relevant Factors: A Systematic Review and Meta-analysis. *Aesthetic Plastic Surgery*, 45(2), 506–520. <https://doi.org/10.1007/S00266-020-01612-6/TABLES/3>
- Ma, X., Huang, J., Long, X., & Wang, X. (2023). Quantifying outcomes of autologous fat transplantation in different facial deformities: A systemic review and meta-analysis. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 87, 117–130. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2023.09.007>
- Macedo, S. (2018). Nanofat Grafting for Scar Treatment and Skin Quality Improvement. *Aesthetic Surgery Journal*, 38(4), 421–428. <https://doi.org/10.1093/asj/sjx183>
- Mazini, L., Ezzoubi, M., & Malka, G. (2021). Overview of current adipose-derived stem cell (ADSCs) processing involved in therapeutic advancements: flow chart and regulation updates before and after COVID-19. *Stem Cell Research & Therapy 2020 12:1*, 12(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/S13287-020-02006-W>
- Menkes, S., Luca, M., Soldati, G., & Polla, L. (2020). Subcutaneous Injections of Nanofat Adipose-derived Stem Cell Grafting in Facial Rejuvenation. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, 8(1), E2550. <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000002550>
- Micro and Nano Fat: The Next Generation of Fat Grafting*. (o. J.). Abgerufen 7. Juni 2025, von <https://www.ifaas.co/single-post/micro-and-nano-fat-the-next-generation-of-fat-grafting>
- Modarressi, A. (2013). Platlet Rich Plasma (PRP) Improves Fat Grafting Outcomes. *World Journal of Plastic Surgery*, 2(1), 6. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4238337/>
- Moellhoff, N., Kuhlmann, C., Frank, K., Kim, B. S., Conte, F., Cotofana, S., Piccolo, N. S., & Pallua, N. (2023). Arterial Embolism After Facial Fat Grafting: A Systematic Literature Review. *Aesthetic plastic surgery*, 47(6), 2771–2787. <https://doi.org/10.1007/S00266-023-03511-Y>

- Nguyen, A., Guo, J., Banyard, D. A., Fadavi, D., Toranto, J. D., Wirth, G. A., Paydar, K. Z., Evans, G. R. D., & Widgerow, A. D. (2016). Stromal vascular fraction: A regenerative reality? Part 1: Current concepts and review of the literature. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, *69*(2), 170–179. <https://doi.org/10.1016/J.BJPS.2015.10.015>
- Pappalardo, M., Davies, K., & Morley, S. (2022). Fat Grafting in Facial Palsy: A Secondary Revision Technique to Improve the Facial Aesthetics. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, *10*(10), e4572. <https://doi.org/10.1097/GOX.00000000000004572>
- Pasquale, P., Gaetano, M., Giovanni, D. O., Luigi, C., & Gilberto, S. (2015). Autologous Fat Grafting in Facial Volumetric Restoration. *Journal of Craniofacial Surgery*, *26*(3), 756–759. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000001663>
- Schipper, J. A. M., Tuin, A. J., Loonen, T. G. J., Dijkstra, P. U., Spijkervet, F. K. L., Schepers, R. H., & Jansma, J. (2025). Volume and patient satisfaction, 5 years of follow up after facial fat grafting. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, *102*, 231–237. <https://doi.org/10.1016/J.BJPS.2025.01.052>
- Schipper, J. A. M., Vriend, L., Tuin, A. J., Dijkstra, P. U., Schepers, R. H., Van Der Lei, B., Jansma, J., & Harmsen, M. C. (2022). Supplementation of Facial Fat Grafting to Increase Volume Retention: A Systematic Review. *Aesthetic surgery journal*, *42*(12), NP711–NP727. <https://doi.org/10.1093/ASJ/SJAC122>
- Schiraldi, L., Sapino, G., Meuli, J., Maruccia, M., Cherubino, M., Raffoul, W., & di Summa, P. G. (2022). Facial Fat Grafting (FFG): Worth the Risk? A Systematic Review of Complications and Critical Appraisal. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(16). <https://doi.org/10.3390/JCM11164708>
- Shauly, O., Gould, D. J., & Ghavami, A. (2022a). Fat Grafting: Basic Science, Techniques, and Patient Management. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, *10*(3), e3987. <https://doi.org/10.1097/GOX.00000000000003987>
- Shauly, O., Gould, D. J., & Ghavami, A. (2022b). Fat Grafting: Basic Science, Techniques, and Patient Management. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, *10*(3), e3987. <https://doi.org/10.1097/GOX.00000000000003987>
- Shue, S., Kurlander, D. E., & Guyuron, B. (2018). Fat Injection: A Systematic Review of Injection Volumes by Facial Subunit. *Aesthetic Plastic Surgery*, *42*(5), 1261–1270. <https://doi.org/10.1007/S00266-017-0936-6>

- Simonacci, F., Bertozzi, N., Grieco, M. P., Grignaffini, E., & Raposio, E. (2017). Procedure, applications, and outcomes of autologous fat grafting. *Annals of Medicine and Surgery*, 20, 49. <https://doi.org/10.1016/J.AMSU.2017.06.059>
- Surowiecka, A., & Strużyna, J. (2022). Adipose-Derived Stem Cells for Facial Rejuvenation. *Journal of Personalized Medicine*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/JPM12010117>
- Vasavada, A., & Raggio, B. S. (2023). Autologous Fat Grafting for Facial Rejuvenation. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557860/>
- Wu, R., Yang, X., Jin, X., Lu, H., Jia, Z., Li, B., Jiang, H., & Qi, Z. (2018). Three-dimensional Volumetric Analysis of 3 Fat-Processing Techniques for Facial Fat Grafting: A Randomized Clinical Trial. *JAMA facial plastic surgery*, 20(3), 222–229. <https://doi.org/10.1001/JAMAFACIAL.2017.2002>
- Xu, J., & Zhao, Y. (2024). Effect of high-density fat combined with adipose stem cell glue on the success rate of facial filling and its clinical value. *Journal of plastic surgery and hand surgery*, 59, 32–39. <https://doi.org/10.2340/JPHS.V59.18683>
- Xue, E. Y., Narvaez, L., Chu, C. K., & Hanson, S. E. (2020). Fat Processing Techniques. *Seminars in Plastic Surgery*, 34(1), 11. <https://doi.org/10.1055/S-0039-3402052>
- Yang, F., Ji, Z., Peng, L., Fu, T., Liu, K., Dou, W., Li, J., Li, Y., Long, Y., & Zhang, W. (2021). Efficacy, safety and complications of autologous fat grafting to the eyelids and periorbital area: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 16(4 April). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0248505>
- Yin, Y., Li, J., Li, Q., Zhang, A., & Jin, P. (2020). Autologous fat graft assisted by stromal vascular fraction improves facial skin quality: A randomized controlled trial. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 73(6), 1166–1173. <https://doi.org/10.1016/J.BJPS.2019.11.010>