

Empfehlungen zur Sonographie peripherer vaskulärer Notfälle

der
Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)
- Arbeitskreis Vaskulärer Ultraschall -
vom 16. Oktober 2009

Notfalldiagnostische Maßnahmen müssen rasch und sicher ein Leitsymptom abklären können, um differentialdiagnostische Entscheidungen treffen und zügig die entsprechende Therapie einleiten zu können. Die farbkodierte Duplexsonographie eignet sich bei den u. g. vaskulären Notfällen besonders, da sie schnell differentialdiagnostische Befunde liefert und auch „bedside“-mäßig in der Notaufnahme oder der Intensivstation einsetzbar ist.

Die farbkodierte Duplexsonographie ist zielführend einzusetzen d.h. sie muss zeitnah die nachstehenden Krankheitsbilder erkennen und sollte nur im Ausnahmefall durch eine zusätzliche bildgebende Untersuchung zu ergänzen sein.

Bei nach außen oder innen blutenden Verletzungen ergibt sich die rasche Therapiebedürftigkeit in aller Regel von selbst. Bei okkludierenden Gefäßbefunden ist die Ischämietoleranz zu beachten, die für die Haut 12 Stunden, die Muskulatur 6 - 8 Stunden und Nervenfasern nur 2 - 4 Stunden beträgt.

1 Notfälle im Bereich der extremitätenversorgenden Arterien

1.1 Krankheitsbilder

Folgende Krankheitsbilder können eine Notfallsituation im Bereich der peripheren Arterien darstellen:

1. Akuter Arterienverschluss (embolisch, thrombotisch)
2. Akute Dissektion (spontan, traumatisch/iatrogen)
3. Arterienverletzung
4. Gefäßruptur

2 Akuter Arterienverschluss

Ursachen: <i>Embolisch</i>	kardiogen-embolisch - bei Vorhofflimmern arterio-arteriell
<i>Thrombotisch</i>	akuter Verschluss - bei vorbestehender Stenose - bei Popliteaaneurysma - bei Entrapmentsyndrom - bei zystischer Adventitiadegeneration
<i>Traumatisch</i>	Frakturen (Humerusfraktur des Kindes) Penetrierende Verletzungen (Abriss, Dissektion)

Angiologischer Status: Hierzu gehören die eingehende Anamnese, Inspektion, Palpation und die seitenvergleichende Druckmessung

Klinische Differenzierung des akuten Verschlusses - embolisch vs. thrombotisch

	<i>akute Embolie</i>	<i>akute Thrombose</i>
Plötzlicher Beginn	+++	+ (+)
Vorbestehende Claudicatio	- (+)	+++
Die 6 P	+++	+
Vorhofflimmern	+++	+
Trophische Störungen der Haut	-(+)	+++
Pulse kontralateral	+++	- (+)
Pathologische Auskultation kontralateral	(+)	+++

Duplex-Differenzierung des akuten Verschlusses - embolisch vs. thrombotisch

	<i>akute Embolie</i>	<i>akute Thrombose</i>
Verschluss bei fehlender Arteriosklerose	+++	-
„Frischer“ beweglicher Verschluss	+++	+
Zusätzlicher Verschluss der A. prof. femoris	+++	-
Multiple echoarme Verschlüsse	+++	+
Generalisierte echoarme (entzündlich) o. echoreiche Gefäßwandveränderungen	-	+++
Popliteaverschluss bei Aneurysma	-	+++

2.1 Duplexsonographische Kriterien des arteriellen Notfalls

2.1.1 Obere Extremität

A. subclavia

- Direkte Zeichen:
- Homogenes, inhomogenes, verkalktes/nicht verkalktes thrombotisches Material, die A. subclavia verschließend
 - Kein Flusssignal abzuleiten
- Indirekte Zeichen:
- Monophasisches Flusssignal mit flachen monophasischen Frequenzspektren in der A. axillaris/brachialis und Unterarmarterien

A. axillaris/brachialis

- Direkte Zeichen:
- Meist homogenes echoarmes, ggf. bewegliches thrombotisches Material, fehlende Darstellung in Farbe, kein Frequenzspektrum ableitbar, ggf. biphasisches Stumpfsignal
- Indirekte Zeichen:
- Reduzierte, steile, biphasische Frequenzspektren (Vergleich zur Gegenseite) in der A. subclavia, Anschlagpuls in Verschlussnähe bis biphasisches „Stumpfsignal“
 - Monophasische, flache Frequenzamplitude distal des Verschlusses

2.1.2 Untere Extremität

A. iliaca communis/externa

- Direkte Zeichen:
- Fehlende Darstellung der Arterie bei guter Kontrastierung der begleitenden Venen (in Farbe) im Längsschnitt (2-5 MHz) Konvexschallkopf.
- Indirekte Zeichen:
- Flaches monophasisches Frequenzspektrum (PI um 1) in der A. fem. communis

A. femoralis communis

- Direkte Zeichen
- Homogenes, inhomogenes, verkalktes/nicht verkalktes thrombotisches Material, die AFC verschließend
 - Kein Flusssignal abzuleiten
 - Ggf. beweglicher Embolus mit kurzen, steilen Frequenzspektren
- Indirekte Zeichen.
- Anschlagpuls in der A. iliaca externa (kurze steile systolische Amplitude, mono bis biphasisch) Linear- und Abdomenkonvex-Schallkopf
 - Monophasisches Flusssignal mit flachen monophasischen Frequenzspektren in den distalen Arterien

A. femoralis superficialis

- Direkte Zeichen:
- Fehlendes Farbsignal in der A. profunda femoris (wichtiger Hinweis auf peripher-embolisches Geschehen) ggf. Anschlagpuls (s. o.)
 - Anschlagpuls o. Pendelfluss mit kleinen Flussamplituden unmittelbar vor dem akuten Verschluss
- Indirekte Zeichen:
- Reduzierte, steile, biphasische Frequenzspektren (Vergleich zur Gegenseite) in der A. femoralis communis o. proximalen A. femoralis superficialis
 - Monophasische, flache Frequenzamplitude distal des Verschlusses

A. poplitea

- Direkte Zeichen:
- Wie oben, bezogen auf die A. poplitea, bei V. a. Embolie immer auch A. profunda femoris untersuchen.
 - Besonderheit der A. poplitea:
 - Akuter Verschluss eines Popliteaneurysma: Diameter in Längs-, Querschnitt und Höhe, Kontrolle auch der Gegenseite + Aorta
 - Akuter Verschluss bei:
 - Entrapmentsyndrom:
 - Zystische Adventitiadegeneration
- Indirekte Zeichen:
- Wie oben, eine Etage weiter distal

2.2 Arterielle Dissektion

Die Flussparameter sind abhängig von der hämodynamischen Relevanz der Dissektion. Diese können erheblich variieren und führen im Falle eines Gefäß-Verschlusses zu den oben beschriebenen indirekten und direkten duplexsonographischen Kriterien. Zusätzlich nachweisbar können sein:

- Bewegliche Gefäßwandsegel
- Nach Strömungsrichtung und Geschwindigkeit unterschiedliche Flussparameter im falschen und wahren Lumen
- Pathologische Flussbeschleunigung im Bereich von Entry und Reentry

Stanford-A-Dissektion

Absolute Notfallsituation, die keine zeitliche Verzögerung durch ungezielte Ultraschalluntersuchungen erlaubt. Darzustellen sind die Carotiden und die Aa. subclaviae in Längs- und Querschnitt sowie die Aorta.

Stanford-B-Dissektion

Darstellung des Tr. coeliacus, der A. mesenterica superior, beider Nierenarterien, der Aorta im Verlauf, der Bifurkation einschließlich der Aa. femorales communes.

2.3 Die Arterienverletzung**2.3.1 Falsches Aneurysma**

Nach Punction in der Leiste:

- B-Mode:
- Messung von Länge, Breite und Höhe, ggf. Aussage zur Echogenität
- Farbmodus:
- Identifikation der speisenden Arterie (A. fem. communis, A. fem. superficialis, A. profunda femoris o. Seitenast) sowie des Aneurysmahalses und der perfundierten Anteile des falschen Aneurysmas
- Pw-Doppler:
- Darstellung des Pendelflusses im Aneurysmahals mit holodiastolischem Rückfluss. Hierdurch Unterscheidung zwischen Seitenast (typisch arterielles biphasisches Flussignal) und v-Fistel (holodiastolische Vorwärtsströmung und auskultatorisches Maschinengeräusch) möglich.

3 Akute Becken-/Beinvenenthrombose

Allgemeines

Vor Durchführung einer Kompressionssonographie erfolgt die Erfassung der klinischen Wahrscheinlichkeit nach dem Score von Wells oder Büller, oder nach empirischen Kriterien. Ein hoher Score erfordert ebenso wie ein niedriger Score mit erhöhtem D-Dimertest eine Kompressionssonographie zur Sicherung der Diagnose Thrombose und damit der Indikation für eine Langzeitantikoagulation.

Ein niedriger Score und negativer D-Dimer-Test schließt eine Thrombose/Embolie aus.

- Die Sicherung der Diagnose Thrombose erfolgt durch das ‚direkte‘ Hauptkriterium, der Nichtkomprimierbarkeit der untersuchten Vene mittels Kompressionssonographie. Als zusätzliche Kriterien finden die fehlende Farbdarstellung der V. cava inferior und der Vv. iliaca Verwendung. Ferner können die Weite des verschlossenen Gefäßes, die Druckschmerzhaftigkeit, der Nachweis von Binnenechos oder das perivaskuläre Ödeme als Thrombosenebenkriterien herangezogen werden.
- Zur Diagnose einer Rezidivvenenthrombose sind Verlaufsuntersuchungen der vorausgegangen Thrombose unerlässlich.
- Die V. cava inferior ist zu untersuchen bei Thrombosen der V. iliaca, sowie bei Erstsymptom Lungenembolie und unauffälligem Beinvenenbefund.
- Bei klinischem Verdacht auf Beinvenenthrombose ist die symptomatische Extremität von der Leiste bis in den distalen Unterschenkel mittels Kompressionssonographie zu untersuchen.
- Im Falle eines Thrombosenachweises, ist auch das kontralaterale Bein abzuklären.
- Bei Phlebitis der Stammvenen sind immer auch die tiefen Venen abzuklären.

Venen

V. cava inferior / Vv. iliaca

Darstellung im Längs- und Querschnitt. Versuch der Kompressionssonographie. Bei ungenügender Darstellung Untersuchung im Farbmodus.

V. fem. communis, V. prof. femoris, V. fem. superficialis, V. poplitea, Unterschenkelvenen

Darstellung im Querschnitt mittels Kompressionssonographie. Auch die Mündung der V. prof. femoris ist mittels Kompressionssonographie abzuklären.

Darstellung der V. fem. superficialis und der V. poplitea im Verlauf mittels Kompressionssonographie (stets im Querschnitt)

Zum kompletten Status gehört auch die Untersuchung der Unterschenkelvenen. Diese erfolgt am sinnvollsten im Sitzen bei locker hängenden Beinen

Thrombophlebitis

Darstellung der mündungsnahen Abschnitte der V. saphena magna oder parva im Längs- und Querschnitt sowie der angrenzenden tiefen Venenabschnitte.

Sonstiges

Zu dokumentieren sind in gleicher Weise die Differentialdiagnosen der tiefen Beinvenenthrombose wie eine rupturierte Baker-Cyste, ein Muskelhämatom und ein Kompartmentsyndrom. Die Dokumentation hat in sinnvoller Weise zu erfolgen und sollte den Befund nachvollziehbar darstellen.

4 Literatur

Arbeitskreis Vaskulärer Ultraschall (AVU) der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) (2004) Dokumentationsempfehlungen zur Qualitätssicherung in der vaskulären Ultraschalldiagnostik. <http://www.degum.de/693.html>

Arbeitskreis Vaskulärer Ultraschall (AVU) der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) (2008) Mehrstufenkonzept für die Ausbildung und Qualitätssicherung in der vaskulären Ultraschalldiagnostik. <http://www.degum.de/140.html>

Stiegler H, Brandl R. Periphere arterielle Verschlusskrankheit. Stellenwert der Sonographie. Ultraschall in der Medizin 2009; 30: 334-363

Stiegler H, Brandl R. Der akute Extremitätenschmerz: Thrombose, Embolie oder Entrapmentsyndrom? MMW-Fortschritt i Med 2008; 23: 3-5

Empfehlungen zur Sonographie zerebrovaskulärer Notfälle (Zerebrovaskuläre Notfallsonographie)

der
Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)
- Arbeitskreis Vaskulärer Ultraschall -
und
- Sektion Neurologie -
vom 15. und 16. Oktober 2009

Bei Patienten mit akuten neurologischen Defiziten in Folge einer zerebralen Ischämie ist eine sofortige und vollständige diagnostische Klärung notwendig. Dies betrifft Patienten mit fluktuierenden, remittierenden, gering ausgeprägten und bereits abgeklungenen neurologischen Defiziten ebenso wie Patienten mit manifesten neurologischen Defiziten. Die extra- und transkranielle Doppler- und Duplexsonographie sind schnell durchführbare nichtinvasive Methoden, die in dieser Situation viele ätiologische und prognostische Zusatzinformationen über den individuell aktiven Gefäßprozess erbringen und zu einer besseren ätiologischen Klärung und prognostischen Einschätzung beitragen.

Die diagnostischen Erfordernisse an die zerebrovaskuläre Notfallsonographie resultieren dabei aus drei zu unterscheidenden grundsätzlichen Fragen zur zerebralen Gefäßsituation, aus der sich drei unterscheidbare Untersuchungssituationen ergeben:

1. Primäre Notfalldiagnostik

Detektion und Lokalisation eines Verschlusses (seltener einer hochgradigen Stenosen) großer extra- und/oder intrakranieller Gefäße mit Beurteilung dessen Bedeutung für die aktuelle Hirndurchblutung.

2. Ätiologische Notfalldiagnostik

Detektion und Lokalisation einer hochgradigen Stenose (seltener eines Verschlusses) großer extra- und/oder intrakranieller Gefäße mit Beurteilung deren Bedeutung für das Auftreten eines sehr frühen vaskulären Re-Ereignisses.

3. Verlaufsmonitoring

Kontrolle des Spontanverlaufs des vaskulären Stenose-/Verschlussprozesses bzw. dessen Verlaufs unter dem Einfluss therapeutischer Interventionen.

1 Primäre Notfalldiagnostik

1.1 Besonderheiten

Die primäre Notfalldiagnostik ist im Vergleich zur sonographischen Routinediagnostik durch eine Reihe von Besonderheiten gekennzeichnet:

1. Intrakranielle Gefäßverschlüsse als häufigster pathologischer Befund
2. Verschlusslokalisierung und Ausmaß der zerebralen Minderperfusion als wesentliche Fragestellung
3. Begrenzte Untersuchungszeit
4. Erschwerte Untersuchungsbedingungen
5. Erhöhter diagnostischer Entscheidungsdruck

1.2 Sonographisches Verfahren

Die farbkodierte Duplexsonographie ist die sonographische Methode der Wahl in der primären Notfalldiagnostik, da nur sie eine ausreichend sichere Diagnose eines in dieser Situation häufigen extra- oder intrakraniellen Gefäßverschlusses erlaubt.

Die Untersuchung des extrakraniellen Karotissystems sollte unmittelbar mit der farbkodierten Duplexsonographie begonnen werden. Bei distalem A.-carotis-interna-Verschluss erlaubt eine ergänzende cw-Dopplersonographie der A. supratrochlearis die Verschlusslokalisation in Bezug zum Abgang der A. ophthalmica.

Die transkranielle farbkodierte Duplexuntersuchung ist Methode der Wahl zur Untersuchung der Hirnbasisarterien. Die Gabe eines Signalverstärkers kann erforderlich sein, die Entscheidung dazu sollte bei nicht optimalen Abbildungsbedingungen frühzeitig getroffen werden.

1.3 Untersucher

Untersuchungssituation, zu erwartende Untersuchungsbefunde, zum Einsatz kommende sonographische Untersuchungsverfahren und die erforderliche Stellungnahme zu invasiven, potentiell mit einem Gesundheitsrisiko für den Patienten behafteten, weitergehenden diagnostischen Gefäßuntersuchungen und therapeutischen Interventionen stellen bei der primären Notfalldiagnostik erhöhte Anforderungen an die Expertise und Kompetenz des sonographischen Untersuchers. Dies setzt die Qualifikation der Stufe 2 im Anwendungsbereich *extrakranielle hirnersorgende GefäÙe* und *intrakranielle hirnersorgende GefäÙe* nach dem Mehrstufenkonzept für die Ausbildung und Qualitätssicherung in der vaskulären Ultraschall Diagnostik des Arbeitskreises vaskulärer Ultraschall oder die Qualifikation der Stufe 2 nach dem Mehrstufenkonzept für die Ausbildung und Qualitätssicherung in der *neurologischen Ultraschall Diagnostik* der Sektion Neurologie voraus.

1.4 Untersuchung und Befunddokumentation

Die Durchführung der Untersuchung und die Befunddokumentation orientieren sich an den Dokumentationsempfehlungen zur Qualitätssicherung in der vaskulären Ultraschall Diagnostik des Arbeitskreises vaskulärer Ultraschall, den Dokumentationsempfehlungen zur Qualitätssicherung der Sektion Neurologie und den Konsensusempfehlungen zur transkraniellen farbkodierten Duplexsonographie (TCCS).

Die Untersuchung erfolgt indikationsbezogen (Ausschluss/Nachweis einer aktiven Gefäßpathologie und deren strömungsphysiologischen Auswirkung auf die zerebrale Durchblutung) und an der klinischen Symptomatik orientiert (Karotisarterien- oder vertebro-basiläres Stromgebiet). Die Dokumentation erfolgt befundbezogen und an der Fragestellung orientiert (Dokumentation der aktiven Gefäßpathologie und der nachgeschalteten strömungsphysiologischen Auswirkung).

2 Ätiologische Notfalldiagnostik

2.1 Besonderheiten

Zerebrale Ischämien, die ihre Ursache in einer hochgradigen Stenose bzw. einem Verschluss einer großen extra- oder intrakraniellen hirnzuführenden Arterie haben, zeigen im Vergleich zu anderen Ätiologien wie z.B. einer zerebralen Mikroangiopathie oder einer kardiogenen Embolie die höchsten Rate früher Rezidiv-Schlaganfälle. Diese liegt innerhalb der ersten 48 Stunden nach dem ischämischen Erstereignis bei 5-7 %. Patienten mit einer akuten zerebralen Ischämie bedürfen daher einer sofortigen Gefäßdiagnostik, die eine derartige Gefäßkonstellation ausschließt bzw. nachweist und im Fall deren Nachweises Aufschluss über den Pathomechanismus des möglichen Rezidiv-Schlaganfalls liefert.

2.2 Sonographische Verfahren

Die farbkodierte Duplexsonographie ist aufgrund der Kombination farbkodierter Schnittbildinformation und duplexsonographischer Strömungsinformation wie kein anderes Verfahren geeignet, die im Rahmen der ätiologischen Notfalldiagnostik relevante Gefäßpathologie einer zerebralen Ischämie und den daraus resultierenden Pathomechanismus zu diagnostizieren. Funktionelle sonographische Verfahren wie der Doppler-CO₂-Test und die Mikroembolidetektion erlauben durch die Bestimmung der zerebrovaskulären Reservekapazität und der arterio-arteriellen Emboligenität eine Abschätzung des hämodynamischen und emboligenen Risikos des aktiven Gefäßprozesses und liefern wichtige Informationen für eine kausale Frührezidivprophylaxe.

2.3 Untersucher

Die zum Einsatz kommenden sonographischen Untersuchungsverfahren und die erforderliche Stellungnahme zu invasiven, potentiell mit einem Gesundheitsrisiko für den Patienten behafteten, weitergehenden diagnostischen Gefäßuntersuchungen und therapeutischen Interventionen stellen bei der ätiologischen Notfalldiagnostik erhöhte Anforderungen an die Expertise und Kompetenz des sonographischen Untersuchers. Dies setzt die Qualifikation der Stufe 2 im Anwendungsbereich *extrakranielle hirnversorgende Gefäße* und *intrakranielle hirnversorgende Gefäße* nach dem Mehrstufenkonzept für die Ausbildung und Qualitätssicherung in der vaskulären Ultraschalldiagnostik des Arbeitskreises vaskulärer Ultraschall oder die Qualifikation der Stufe 2 nach dem Mehrstufenkonzept für die Ausbildung und Qualitätssicherung in der *neurologischen Ultraschalldiagnostik* der Sektion Neurologie voraus.

2.4 Untersuchung und Befunddokumentation

Die Durchführung der Untersuchung erfolgt indikationsbezogen, die Dokumentation befundbezogen. Untersuchung und Dokumentation orientieren sich dabei an der klinischen Symptomatik und Fragestellung. Grundlage beider sind die Dokumentationsempfehlungen zur Qualitätssicherung in der vaskulären Ultraschalldiagnostik des Arbeitskreises Vaskulärer Ultraschall und die Dokumentationsempfehlungen zur Qualitätssicherung der Sektion Neurologie.

3 Verlaufsmonitoring

3.1 Besonderheiten

Das sonographische Verlaufsmonitoring dokumentieren die Auswirkungen therapeutischer Maßnahmen auf Rekanalisation, arterio-arterielle Emboligenität und zerebrale Hämodynamik der aktiven Gefäßpathologie bzw. deren jeweiligen Spontanverlauf. Es erlaubt so die rechtzeitige Erkennung sekundärer Komplikationen (z.B. Hyperperfusion) oder insuffizienter Therapiemaßnahmen. Es muss daher auf bzw. in unmittelbarer Nähe der Behandlungseinheit (i. d. R. Stroke Unit) verfügbar sein.

3.2 Sonographische Verfahren

Das Verlaufsmonitoring einer Gefäßpathologie/-pathophysiologie erfolgt zweckmäßigerweise mit dem den initialen Befund liefernden Untersuchungsverfahren.

3.3 Untersucher

Die zum Einsatz kommenden sonographischen Untersuchungsverfahren und die erforderliche Stellungnahme zur Fortsetzung/Änderung einer therapeutischen Maßnahme stellen beim Verlaufsmonitoring zerebrovaskulärer Notfälle erhöhte Anforderungen an die Expertise und Kompetenz des sonographischen Untersuchers. Dies setzt die Qualifikation der Stufe 2 im Anwendungsbereich *extrakranielle hirnversorgende Gefäße* und *intrakranielle hirnversorgende Gefäße* nach dem Mehrstufenkonzept für die Ausbildung und

Qualitätssicherung in der vaskulären Ultraschalldiagnostik des Arbeitskreises Vaskulärer Ultraschall oder die Qualifikation der Stufe 2 nach dem Mehrstufenkonzept für die Ausbildung und Qualitätssicherung in der *neurologischen Ultraschalldiagnostik* der Sektion Neurologie voraus.

3.4 Untersuchung und Befunddokumentation

Die Durchführung des Verlaufsmonitorings und dessen Dokumentation erfolgen zweckmäßigerweise analog zur initialen Untersuchung und Dokumentation, sodass eine direkte Vergleichbarkeit der erhobenen Befunde gewährleistet ist.

4 Literatur

Arbeitskreis Vaskulärer Ultraschall (AVU) der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) (2004) Dokumentationsempfehlungen zur Qualitätssicherung in der vaskulären Ultraschalldiagnostik. <http://www.degum.de/693.html>

Arbeitskreis Vaskulärer Ultraschall (AVU) der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) (2008) Mehrstufenkonzept für die Ausbildung und Qualitätssicherung in der vaskulären Ultraschalldiagnostik. <http://www.degum.de/140.html>

Coull AJ, Lovett JK, Rothwell PM on behalf of the Oxford Vascular Study (2004) Population based study of early risk of stroke after transient ischaemic attack or minor stroke: implications for public education and organisation of services. *BMJ*, doi:10.1136/bmj37991.635266.44 (published 26 January 2004)

Fairhead JF, Mehta Z, Rothwell PM (2005) Population-based study of delays in carotid imaging and surgery and the risk of recurrent stroke. *Neurology* 65: 371-375

Hennerici MG, Aichner F, Binder J, Diener HC, Forsting M, Mattle H (2008) Diagnostik zerebrovaskulärer Erkrankungen. In: Kommission Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (Ed) Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Thieme, Stuttgart.

Nedelmann M, Stolz E, Gerriets T, Baumgartner RW, Malferrari G, Seidel G, Kaps M for the TCCS Consensus Group (2009) Consensus recommendations for transcranial color-coded duplex sonography for the assessment of intracranial arteries in clinical trials on acute stroke. *Stroke* 40: 3238-3244

Sektion Neurologie der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) (2000) Dokumentationsempfehlungen zur Qualitätssicherung. <http://www.degum.de/343.html>

Sektion Neurologie der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) und Deutsche Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie (DGKN) (2009) Mehrstufenkonzept für die Ausbildung und Qualitätssicherung in der neurologischen Ultraschalldiagnostik. <http://www.degum.de/624.html>

Widder B, Görtler M (2004) Ultraschall beim akuten Schlaganfall. In: Widder B, Görtler M (Eds) Doppler- und Duplexsonographie der hirnvorsorgenden Arterien. Springer, Berlin Heidelberg, 315-332