

Medizinalkohle

Vorkommen:

Präparate: Kohle-Pulvis Einmalbecher (10 g), Dr. Köhler-Chemie Kohle Kompressen, Fa. Merck

Mediz. Kohle Art. 2158, Fa. Caesar u. Loretz, Hilden.

Kohle wird in der Industrie als Tierkohle und in der Medizin als aktivierte Kohle zu Adsorptionszwecken verwendet.

Die Tierkohle hat nur einen geringen Gehalt an Kohlenstoff, ungefähr 10-15 %, und wird aus Knochen und Blut gewonnen. Sie wird in der Industrie zum Beispiel als Entfärber verwendet (51, 56, 59, 76, 97, 106). Tierkohle hat eine sehr viel geringere Adsorptionskraft als Kohle aus pflanzlichen Materialien (51, 104) und wird daher nicht bei Vergiftungen eingesetzt. Kontraindiziert wäre sie bei Alkoholintoxikationen, da hierbei aus der Tierkohle Aldehyde und Ketone freigesetzt werden, die toxisch wirken.

Die in der Medizin verwendete aktivierte Kohle ist ein schwarzes, geruch- und geschmackloses, in Wasser und Äthylalkohol unlösliches Pulver, das zum größten Teil, ca. 90 %, aus Kohlenstoff besteht (51, 56, 70, 80,96,106). Sie wird durch Verkohlung von pflanzlichen Materialien gewonnen, zum Beispiel aus Moosen, Kokosnußschalen, Holz (26, 51, 52, 59, 60, 70, 76,96,106, 110, 112). Reiner Kohlenstoff wirkt kaum adsorptiv.

Das aus Verkohlung von organischen Substanzen gewonnene Material wird durch Aktivierung in seinem Adsorptionsvermögen verbessert. Eine derartige Aktivierung geschieht z. B. durch die Einwirkung von gesättigtem Wasserdampf oder CO₂-Gas hoher Hitze (51,55,70,96, 112). Bei der Aktivierung kommt es zu einer Art Anfressen der Oberfläche; die einzelnen Kohlekörnchen sind danach von feinsten Kapillaren durchzogen. Hierdurch wird die Oberfläche der Kohlepartikel außerordentlich vergrößert und liegt bei 500 bis 1500 m²/g (59, 60, 80, 96). Außerdem nimmt man an, daß die zur Aktivierung verwendeten Substanzen an die Kohle adsorbierte Stoffe entfernen (96).

Wirkungscharakter:

Aktivierte Kohle adsorbiert in Flüssigkeiten und Gasen gelöste Teilchen und entfernt sie somit daraus. Die Adsorption durch aktivierte Kohle ist ein physikalischer Prozeß. Sie beruht auf der kleinen Größe der Kohlepartikel, ihrer großen Oberfläche, und auf dem geringen Gehalt an adsorbierten Substanzen (55, 80, 110). Unter Adsorption versteht man die Tendenz gelöster Stoffe, sich an Grenzflächen zwischen festen und flüssigen Medien anzusammeln. Hier besteht ein labiles Gleichgewicht zwischen Adsorption und Desorption. Diese Gleichgewichtsreaktion ist in vitro nach einer Minute zu mehr als 90 % abgelaufen (2). Experimente zeigten außerdem, daß Kohle und Gift einen an sich stabilen Komplex während der Magen-Darm-Passage bilden (25, 88, 107). Man muß aber damit rechnen, daß durch kompetitive Einflüsse und pH-Wert-Änderungen ein Teil des an die Kohle adsorbierten Giftes im Darm wieder freigesetzt wird (3, 4, 66,80,81).

So kann die Aufnahme von noch freien Giftanteilen durch die Darmwand zur Wiederfreisetzung von vorher adsorbiertem Gift führen. Experimentelle Untersuchungen hierzu liegen schon von Wiechowski vor, der Kohleadsorption und Wiederfreisetzung von Phenol und Methylenblau im Kaninchendarm demonstrierte (111).

Über die exakten Vorgänge bei der Adsorption und über die Herstellung der aktivierten Kohle siehe (29, 51,55,70).

Einfluß auf normale Darmfunktionen

In Wasser suspendiert getrunzene oder mit dem Magenschlauch zugeführte Kohle ist atoxisch (25, 52, 107). Sie verläßt den Darmtrakt - beladen mit adsorbierten Substanzen - unverändert.

Die Kohle adsorbiert Substanzen ungeachtet ihres Nutzens oder Schadens für den Organismus. Kohle kann also die Resorption der verschiedenen Stoffe beeinflussen. Deshalb ist bei einer Kohletherapie über lange Zeit mit dem Verlust von Vitaminen, Verdauungsenzymen, Aminosäuren und Nahrungsbestandteilen über den Darm zu rechnen (56). Diese Tatsache spielt jedoch für die Behandlung akuter Vergiftungen keine Rolle.

Es liegen quantitative Untersuchungen über die Adsorption von im Darm befindlichen Bakterien, Bakterientoxinen (38, 59, 60, 85, 99) und außerdem auch Bilirubin (71) vor. Aktivkohle erzeugt keine Obstipation (59, 60).

Einfluß des pH- Wertes auf die Adsorptionskapazität der Kohle

Aktivkohle reagiert fast neutral. Sie verändert die Säureverhältnisse im Magen und das Alkalimilieu im Darm praktisch nicht (60). Andererseits muß man mit erheblichen Veränderungen des Adsorptionsvermögens durch Magen- und Darmsäfte rechnen (17,52,56,86). pH-Wert-Änderungen können zu Veränderungen der chemischen Struktur eines Adsorbendums führen und hierdurch das Adsorptionsverhalten dieses Stoffes beeinflussen. So wird Aspirin besser im sauren Milieu (Magen) als im alkalischen Bereich (Darm) adsorbiert (17,100,108).

Einfluß von Darminhalt auf die Adsorption

Die Adsorption stellt eine Gleichgewichtsreaktion dar, welche leicht in Richtung Desorption verschiebbar ist. Im Darm konkurrieren verschiedene Stoffe um die Adsorption an die Kohle. Deshalb ist die Adsorption eines Stoffes, den man erreichen will, im Darm geringer als in wässriger Lösung in vitro, in der nur dieser Stoff vorhanden ist.

Einige Beispiele hierfür:

In vitro werden im Magensaft Strychninnitrat, Quecksilberchlorid und Diäthylbarbitursäure nur halb soviel adsorbiert wie in Wasser; in gallehaltiger Aufschwemmung wird Diäthylbarbitursäure höchstens zu 70 % gegenüber Vergleichsuntersuchungen in Wasser adsorbiert (4). Kreatinin und

Harnsäure werden von Kohle *in vitro*, in wässriger Lösung, in hohem Maße, wenig jedoch im Darm adsorbiert (41).

Man nimmt an, daß Bestandteile der Darmsäfte die Kohleoberfläche besetzten. Es wird diskutiert, ob es sich dabei um Lipide handelt (41, 45).

Auch die Füllung des Darms mit Nahrung führt auf diesem Wege zu einer Verschiebung des Reaktionsgleichgewichtes in Richtung Desorption für den Stoff, den man erreichen will (4, 66).

Einfluß von Geschmackskorrigentien auf die Adsorptionskapazität der Kohle

Es wird empfohlen, die Kohle nach abgeschlossener Magenspülung durch den Magenschlauch zu verabreichen. Wenn aus technischen Gründen keine Magenspülung durchführbar ist, kann es schwierig sein, einen Patienten zur Einnahme der Kohle zu bewegen. Ein Glas mit in Wasser suspendierter Kohle ist ein unansehnlicher und ungern eingenommener Trunk. Deshalb wurden Geschmackskorrigentien und Substanzen, die die Gleitfähigkeit der suspendierten Kohle verbessern, auf eine Beeinflussung des Adsorptionsvorgangs untersucht. Von den geprüften Substanzen scheinen Marmelade, Bentonite und verschiedene Polysaccharide wie Methylcellulose und Natriumalginat die Adsorptionskraft der Kohle nicht oder nur gering zu reduzieren. Stark zuckerhaltiger Fruchtsirup und Milch senken diese um ca. 20 % (47,72,73,83). Von einer Speiseeiszugabe ist abzuraten, es vermindert die Adsorptionskapazität, wahrscheinlich über seine eigene Anlagerung, in zu hohem Maße (67).

Vergleich der Adsorptionskapazität von Kohlepulver und Kohletabletten

Feinstkörnige wässrige Suspensionen wirken *in vitro* und *in vivo* besser als ungenügend zerkleinerte Kohletabletten (2,56,84,109). In Kohle-Suspensionen verläuft die Adsorption außerordentlich schnell und ist *in vitro* nach 1 min zu über 90 % abgelaufen (2, 56). Bei Verwendung von Kohletabletten kann die Anlagerung von gelösten Teilchen an die Kohleoberfläche erst nach deren vollständigem Zerfall das größtmögliche Ausmaß erreichen. Das Gleichgewicht dieser Reaktion stellt sich erst nach ca. 2 Stunden ein (2).

Bei Anwendung von Kohletabletten müssen diese also vor der Einnahme erst gründlich zerstoßen und suspendiert werden, um die volle Wirkung der Kohle so schnell wie möglich zu erreichen. Frisch angefertigte Kohlesuspensionen besitzen im Vergleich zu länger aufbewahrten Kohlesuspensionen keine höheren adsorptiven Eigenschaften (90).

Vergleich der Kohlezubereitungen verschiedener Firmen Die Kohlezubereitungen verschiedener Firmen zeigen hinsichtlich ihrer Adsorptionskraft erhebliche Unterschiede, wobei *carbo medicinalis* Merck in den meisten Untersuchungen am besten abschneidet (2, 55,61,88,90,91).

Bei dieser Gelegenheit sollte man darauf hinweisen, daß ein unnötiger Zeitverlust bei der Kohlegabe dadurch entstehen kann, daß die Firma Merck aus Sicherheitsgründen die Kohlekompressen nur noch in Durchdrückpackungen abgibt. Es muß sich also in der Praxis eine Person damit befassen, 50

Komprettten oder noch mehr, aus den Packungen herauszudrücken. Es wäre wünschenswert, daß die Firma Merck auch in Zukunft in Dosen abgepackte Komprettten abgibt, so wie dies, auf besondere Bitte, weiterhin an große toxikologische Abteilungen geschieht. Neu auf dem Markt ist Kohle-Pulvis, Carbo medicinalis als Pulver zum Einnehmen im Trinkbecher (Dr. Köhler-Chemie, 6146 Alsbach). Diese Form ist zur Vergiftungsbehandlung, wegen der leichten Zubereitungsart empfehlenswert.

Vergleich von Kohle und anderen Adsorbentien

Aktivierter Kohle ist bei den meisten Vergiftungen anderen Adsorbentien wie bolus alba, Cholestyramin, Kaolin, Talk, Milchpulver und Alaskan montmorillonite, einer Mischung aus Bentonit, Kaolin und Magnesiumtrisilikat, überlegen (16, 36, 100, 101, 102).

Einige dieser Stoffe sind bei bestimmten Vergiftungen der Kohle gleichzusetzen oder übertreffen sie sogar in ihrer Wirkung. So kann bei Acetaminophenintoxikationen sowohl Aktivkohle als auch Cholestyramin zur Giftelimination verwendet werden (36). Bei Paraquatintoxikationen sind Amberlite und Bentonite der Kohle als Adsorbentien eindeutig vorzuziehen (104).

Trotz der bekannt guten Adsorptionskraft von aktivierter Kohle wird noch immer auch das sogenannte »antidotum universale« empfohlen (54, 87). Es besteht aus 2 Teilen Kohle, 1 Teil magnesia usta, 1 Teil Tannin.

In-vitro und In-vivo-Untersuchungen ergaben jedoch, daß aktivierte Kohle allein besser adsorptiv wirkt, als die gleiche Kohlemenge als Bestandteil einer Gabe des »antidotum universale«.

Daraus muß man schließen, daß die anderen Bestandteile des »antidotum universale« die Kohle inaktivieren (54, 87, 96).

Henschler stellte fest, daß die Kohle die Gerbsäure und das Reaktionsprodukt von Gerbsäure und magnesia usta adsorbiert, und somit als Adsorbens blockiert wird (54). Er schlägt deshalb vor, das »antidotum universale« aus dem Arzneimittelschatz zu streichen! Andere Untersucher schließen sich dieser Meinung an (20,81).

Kohlegabe und künstliches Erbrechen, Magenspülung, Abführmittelgabe, Dosierungsrichtlinien

Indikation:

Künstliches Erbrechen: Im Anschluß an ein künstliches Erbrechen mit Ipecacuanhae-Sirup bindet die Kohle verbliebene Saft-Reste und übrige Giftreste. Vorausgegangene Kohlegabe verbietet eine spätere Ipecacuanhae-Gabe (7,57). Ipecacuanhae-Sirup wird selbst von der Kohle adsorbiert und blockiert somit diese als Adsorbens (13,24,56,74,88,95,113).

Magenspülung: Die generelle Kohlegabe durch den Magenschlauch nach Beendigung der Magenspülung wird zur Behandlung oraler Vergiftungen von vielen Autoren als eine wirkungsvolle Maßnahme empfohlen (16, 17, 18,25,33,34,52,56,60,66,86,87,88).

Einige Untersuchungen empfehlen schon zum Magenspülwasser einen Kohlezusatz (56,60). Dies erscheint aber wegen der kurzen Verweildauer des Spülwassers im Magen von begrenztem Wert.

Alternative zur Giftelemination: Die alleinige Applikation einer ausreichenden Kohlemenge (10 g Kohle-Pulvis) macht infolge ihrer hohen Adsorptionskraft in leichteren Vergiftungsfällen andere Gifteleminationsmaßnahmen überflüssig.

Dosierung:

Kohle wird auch in extrem hohen Dosen von z. B. 100 Gramm gut vertragen (25, 107).

Wochenlange orale Kohletherapie soll über die Adsorption von Nahrungsbestandteilen wie Vitaminen und Aminosäuren, und außerdem von Enzymen im Darmlumen eine gesundheitsschädigende Wirkung haben.

Tierversuche zeigten, daß eine Inhalation von Kohle in den Lungen bei extrem langer Exposition zu Kohlestaubablagerungen führt. Bei einigen Tieren häufte sich die Frequenz von Bronchopneumonien. In seltenen Fällen entwickelte sich nach langer Exposition eine geringe Lungenfibrose.

Als Folge einer einmaligen Aspiration kohlehaltiger Flüssigkeit aus dem Magen ist aber nur eine oberflächliche Kohlestaubablagerung zu erwarten.

Aktivkohle erzeugt keine Obstipation (59, 60).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß für die orale Kohletherapie bei akuten Vergiftungen keine Kontraindikationen bekannt sind (13, 25, 26, 51, 52, 56, 60, 107).

Der Wert der Kohlegabe ist umso größer, je weniger Zeit zwischen Vergiftung und Kohlegabe verstreicht. Über die optimale Dosierung der Kohle bestehen noch Unklarheiten. Auch wenn In-vitro-Untersuchungen die unterschiedlich große Kohleaffinität einzelner Substanzen aufzeigten, so kann die zweckmäßige Kohlemenge doch nicht allein von In-vitro-Beobachtungen abgeleitet werden. Diese verleiten dazu, die Störung der Adsorption im Magen-Darm-Kanal außer acht zu lassen, die Adsorptionskapazität von Kohle in vivo zu überschätzen, und deshalb die Kohle zu niedrig zu dosieren (18,52).

Als Ergebnis vieler In-vitro- Experimente und von Untersuchungen am Menschen ist wenigstens eine Kohlemenge zu applizieren, welche die eingenommene Giftmenge um das fünf- bis zehnfache überschreitet (17, 18,66,68,91).

Im einzelnen werden zur Behandlung von Darminfektionen ca. 5 Gramm (48), zur Behandlung von Vergiftungen 50 Kompressen (1 Kompr. = 0,25 g) (31,32,56,60,80), aber auch wesentlich mehr, 30 Gramm (8, 54),50 Gramm (52, 88, 96) und bis zu 100-120 Gramm (52) empfohlen.

Wieweit wiederholte Kohlegaben zweckmäßig sind, bleibt für die meisten Gifte aus der Literatur bisher ungeklärt.

In Versuchen an Hunden führen bei Gluthetimid- oder Barbitallvergiftungen wiederholte Kohlegaben nicht zu deutlich niedrigeren Serumgiftkonzentrationen im Vergleich zu einmaliger Kohlegabe (17). Die Beurteilung dieser Frage wird noch dadurch kompliziert, daß die Kohleadsorption und die Giftresorption bei verschiedenen Tierarten, etwa bei Hunden und Kaninchen, wahrscheinlich auf Grund verschiedener Darmmotilität, unterschiedliche Versuchsergebnisse bieten (5, 18, 111).

Bei rezirkulierenden Giften, zum Beispiel trizyklischen Antidepressiva, werden für die ersten 2 Tage nach der Vergiftung 20-30 g Kohle alle 4-6 Stunden empfohlen (42, 43,113).

Wiederholte Anwendungen sind also dann zu empfehlen, wenn man annehmen muß, daß nach Einnahme großer Giftmengen trotz Magenspülung und Erbrechen noch Giftreste im Magen verblieben sind (z. B. nach Carbromalvergiftungen), wenn im Schockzustand die Giftresorption verzögert ist, oder wenn eine Rezirkulation zu erwarten ist (s. u.).

Empfohlen wird auch die rektale Kohleanwendung (32). Es liegen jedoch keine experimentellen Untersuchungen über den Nutzen eines solchen Vorgehens vor. Es ist anzunehmen, daß bei genügend hoher oraler Dosierung eine gleichzeitige rektale Kohlezugabe zu keiner Verbesserung des Ergebnisses führt.

Wirkungscharakter:

Kohle und Abführmittel: Die Zeitspanne, die zwischen oraler Gabe und dem Auftreten der Kohle im Stuhl verstreicht, wird als Kohlezeit bezeichnet (19).

Sie dient zur Beobachtung der Darmpassage des Giftes. Wenn die Kohle im Stuhl auftritt, hat bei genügend hoher Kohledosierung der nicht aus dem Darm resorbierte Giftanteil den Körper verlassen.

Nach der Kohlegabe erscheint die Verabreichung eines Abführmittels empfehlenswert, um dadurch die Kohlezeit zu verkürzen, und somit die Zeit für eine Umkehr des Giftes zu verkürzen (32).

Der Wert von Abführmitteln ist im Einzelfall schwer vorhersehbar. Bei Ratten (91) und beim Menschen (78) führt Abführen bei Barbituratvergiftungen nicht zu besseren Ergebnissen.

Als Laxantien bewährt haben sich salinische Abführmittel wie z. B. Na_2SO_4 in Mengen bis zu 30 g (8, 31, 51,81,96). Von MgSO_4 wird abgeraten, da es zur Resorption einer größeren Menge von Magnesium kommen kann (113). Bei Schlafmittelintoxikationen ist hierdurch eine Verstärkung der Giftwirkung möglich. Paraffinöl ist gerade bei lipidlöslichen Giften als Laxans geeignet, es bindet speziell fettlösliche Stoffe und vermindert so ihre Resorption (8, 31, 81).

Eine Gabe von 150 ml wird empfohlen (81). Paraffinöl kann zusätzlich zur Kohle appliziert werden.

In jüngster Zeit wird ein osmotisches Laxans, Laktulose in hochprozentiger Lösung, als geeigneter im Vergleich zu Na_2SO_4 empfohlen (32).

Zum einen ist der süßliche Geschmack der Laktulose angenehmer als der bittere des Na_2SO_4 . Zum anderen vermindert die Laktulose die Ammoniakresorption aus dem Darm und ist deshalb bei Lebererkrankungen besonders geeignet. Die Laktulose erreicht das Colon unverändert, und wird hier bakteriell zu organischen Säuren abgebaut. Dabei kommt es zu einer pH-Wert-Erniedrigung, welche eine Umwandlung des resorbierten NH_3 in nicht resorbierbares NH_4 bewirkt (22, 76).

Ebenfalls zur Verkürzung der Kohlezeit und zur Beschleunigung der Giftpassage durch den Darm werden 6 Std. nach Magenspülung und Kohlegabe hohe Darmläufe mit Laxantien, Paraffinöl bzw. Bisacodyl empfohlen (32, 115).

Adsorption von Abführmitteln an Kohle: Ein Laxans ist bei gleichzeitiger Kohletherapie nur als solches zu empfehlen, wenn es nicht selbst an die Kohle adsorbiert wird.

In Versuchen wurden deshalb die genannten Abführmittel auf ihre Adsorption an Kohle untersucht.

Meßreihe 1 : 10 ml Paraffinöl

Meßreihe 2: 5 g Na_2SO_4

Meßreihe 3: 6,7 Laktulose (= 10 ml Bifiteral)

Meßreihe 4: 2 mg Bisacodyl (= 1 ml Dulcolax spez.)

Meßreihe 5 : 2,5 mg Bisacodyl (= 1/2 Dragee Dulcolax, in Reibeschale zerkleinert).

Die Meßansätze wurden 30 min bei Raumtemperatur inkubiert und dabei durch wiederholtes Schwenken durchmischt.

Die Bestimmung des wasserunlöslichen Paraffinöls aus den Ansätzen erfolgte durch Abzentrifugieren und Abpipettieren.

Die Bestimmung des ungebundenen Na_2SO_4 aus den Ansätzen erfolgte, nach Filtration durch Blaubandfilter, über die Atomadsorptionsphotospektrometrie des Na-Atoms.

Die Bestimmung der nicht adsorbierten Laktulose und des freien Bisacodyls erfolgte gleichfalls nach Abfiltration, durch die Messung der Lichtextinktion bei Wellenlängen von 275 nm bzw. 264,5 nm.

Die in den Meßansätzen ohne Kohlezusatz gefundenen Laxanskonzentrationen wurden gleich 100 % gesetzt; die in den Ansätzen mit Kohle gefundenen freien Laxanskonzentrationen in Prozent dieser Kontrollen ausgedrückt.

Paraffinöl wird deswegen nicht adsorbiert, weil es in der flüssigen Phase H_2O nicht löslich ist. In dem Paraffinöl- H_2O -Kohle-Gemisch kann eine Adsorption nur in der Paraffinöl-Kohle-Phase oder in der H_2O -Kohle-Phase stattfinden.

Na_2SO_4 wird wegen seiner polaren Struktur und seiner großen Löslichkeit in dem Lösungsmittel Wasser nicht adsorbiert. Die große Löslichkeit beruht auf der sehr hohen Affinität zwischen dem Lösungsmittel H_2O und dem gelösten polaren Stoff, und wirkt so einer Anziehung an die feste Phase Kohle entgegen. Die Einführung polarer Gruppen und die damit gesteigerte Affinität zum H_2O -Molekül vermindert gewöhnlich die Adsorption aus wässrigen Lösungen. Laktulose und Bisacodyl werden wegen ihrer relativ unpolaren Struktur gut an Kohle adsorbiert.

Das schlechter in Wasser lösliche Bisacodyl mit seiner geringeren Affinität zum H₂O-Molekül wird zu 100 % gebunden, die besser lösliche Laktulose wird nur zu ca. 85 % adsorbiert.

Trotz ihrer wünschenswerten Auswirkung auf die Ammoniakresorption und ihrem angenehmeren Geschmack ist Laktulose also nicht als Laxans in Verbindung mit einer Kohletherapie zu empfehlen; ebenso wenig Bisacodyl.

Man sollte auch weiterhin auf die zuverlässige Na₂SO₄ und auf Paraffinöl zurückgreifen.

Wahrscheinlich werden fast alle Stoffe durch aktivierte Kohle mehr oder weniger adsorbiert. Die meisten Substanzen sind aber bisher nicht eingehend in vitro und in vivo untersucht. Kontrollierte Studien bei schweren Vergiftungen des Menschen mit und ohne Kohleanwendung gibt es nicht.

Das Studium der Beziehung zwischen chemischer Struktur des Adsorbendums und der Kohleadsorption ergibt, daß sowohl Anionen als Kationen und Nichtelektrolyte von Kohle adsorbiert werden (3, 80, 91). Polare Gruppen und stärkere Löslichkeit in Wasser vermindern jedoch die Adsorption an Kohle. Ionisation ist der Adsorption also hinderlich. Undisoziierte Verbindungen werden stärker adsorbiert als dissoziierte Verbindungen (3, 17,51,80,110).

Ein Beispiel:

Bei Herzglykosiden vermindert zunehmende Polarität die Adsorptionsneigung an Kohle (12). pH-Veränderungen haben einen gesetzmäßigen Einfluß. Ein pH-Wert, der die Ionisation des Giftes mindert, erleichtert die Adsorption, ein pH-Wert, welcher die Ionisation fördert, reduziert die Adsorption (3, 17,51).

Ein Beispiel:

Wenn Acetylsalicylsäure vor der Einnahme an Kohle adsorbiert wird, so erscheint trotzdem später ein großer Teil davon im Urin. Dies ist dadurch zu erklären, daß im alkalischen Darmmilieu die Dissoziation der Acetylsalicylsäure und somit ihre Desorption von der Kohle gefördert wird (17, 52).

Möglichkeit der Coadsorption: In multiplen Lösungen, wie sie im Darm zu erwarten sind, wird die Adsorption eines Stoffes durch die Anwesenheit anderer meistens gemindert (111). Gelegentlich kann aber ein Stoff die Adsorption eines anderen fördern, dies bezeichnet man als Coadsorption.

So unterstützt Cholesterin die Adsorption von Saponin (38) und Kongorot diejenige von Indigo (51).

Nicht oder schlecht adsorbierbare Substanzen: Praktisch nicht an Kohle adsorbiert werden Mineralsäuren, Natriumsulfat, Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, und in Wasser unlösliche Substanzen wie Tolbutamid (33, 51, 56, 89).

Schlecht adsorbiert werden Eisensulfat, Malathion, DDT, N-Methylcarbammat, Borsäure, Äthylalkohol, Methylalkohol, Thallium (33, 89).

Blausäure wird kaum von medizinisch verwendeter Kohle adsorbiert (2, 88) und vergiftet diese (56,59, 96). Vergiftung bedeutet, daß schon kleinste Mengen Blausäure die adsorptive Wirkung der Kohle aufheben, sie als Adsorbens ungeeignet machen (56). Bei der Kohleherstellung ist deshalb auf die Freiheit von Blausäure zu achten. In der BRD ist für die Kohleherstellung eine Reinheitsprüfung vorgeschrieben (70).

In-vitro-Untersuchungen in wässriger Lösung: In-vitro-Untersuchungen in wässriger Lösung zeigen starke Unterschiede in der Adsorptionskraft der Kohle für verschiedene Substanzen.

Neben den zitierten, zahlenmäßig belegten Ergebnissen finden sich in der Literatur noch weitere Hinweise über die Wirksamkeit der Kohle als Antidotum bei Vergiftungen. So wird Kohle zum Beispiel bei Vergiftungen mit Pilzen von kurzer Latenzzeit empfohlen (31).

Besonderes Interesse verdienen rezirkulierende Gifte, die nach Resorption aus dem Darm über den Magen, den Darm oder die Leber (Galle) ausgeschieden, und dann erneut im Darm resorbiert werden. Diese Gifte können also theoretisch auch bei parenteraler Verabreichung mit oralen Kohlegaben erreicht werden. Außerdem führen wiederholte Kohlegaben im Vergleich zu einmaliger Verabreichung zu einer verstärkten Senkung der Serumkonzentrationen.

Einen enterohepatischen Kreislauf unterschiedlichen Ausmaßes durchlaufen die Herzglykoside, ausgenommen Strophanthin (46).

Beispielsweise können bei intravenös gespritztem Methylproscillaridin durch mehrmalige orale Kohlegaben die Blutspiegelwerte beim Menschen auf 60 % der Kontrollen gedrückt werden (11). Im Vergleich dazu gelingt etwas derartiges bei i.v. Gabe von β -Methyldigoxin nicht in signifikantem Ausmaß (10). Haacke perfundierte Meerschweinchenleber mit radioaktiv markiertem Digitoxin und schüttelte dann das Digitoxin aus der Galle mit Hilfe von Aktivkohle aus. Bei geeigneter Höhe der Kohlenmenge konnte er eine Adsorption von Digitoxin und seinen Metaboliten zu fast 100 % feststellen. Er kam dabei zu dem Ergebnis, daß die für die Menschen im toxischen Bereich liegende Dosis von 2-4 mg Digitoxin durch wiederholte Kohlegaben von bis zu 30 g adsorbiert werden kann (48).

In-vitro-Untersuchungen zeigen, daß bei Herzglykosiden mit zunehmender Polarität die zur Adsorption benötigte Kohlemenge zunimmt, so werden Digitoxin und Proscillaridin besser adsorbiert als Digoxin (12, 50).

Die Ausscheidung trizyklischer Antidepressiva über Magensaft und Galle während der ersten 24h nach der Einnahme wird mit 30 % der eingenommenen Dosis angenommen (43). Auch hier müssen ein enterohepatischer bzw. ein gastroenteraler Kreislauf vorliegen, da ein nur sehr geringer Prozentsatz davon im Stuhl erscheint (39, 77, 94).

Gard zeigte in vitro, in künstlichem Magensaft, daß 100 g Aktivkohle 1 g Amitriptylin inaktivieren könnten (42). Rauws (95) und Cramer (27) stellten in vitro die Adsorption von 200 bzw. 250 mg Imipramin an 1 g Kohle fest. In Untersuchungen von Alvan (1) senkt gleichzeitige Kohlegabe die Plasmakonzentration von oral eingenommenem Nortriptylin.

Unter Berücksichtigung der Kohleaffinität trizyklischer Antidepressiva und ihrer hohen Magenscheidung werden während der ersten 2 Tage nach der Einnahme wiederholte Kohlegaben von 20-30 g alle 4-6 Stunden empfohlen (42,43,113).

Tierexperimente zeigten jedoch, daß auf Grund der schnelleren Aufnahme ins Gewebe und der hohen Bindungsrate dort der Erfolg der Kohletherapie vorsichtiger beurteilt werden muß, als es In-vitro-Untersuchungen und die hohe Rezirkulationsrate erwarten lassen (75, 94, 95).

Außer für trizyklische Antidepressiva und für Herzglykoside wurde eine Rezirkulation z. B. auch für Gluthetimid und Methaqualon bewiesen (54,57). Wiederholte Kohlegabe bei Vergiftungen mit diesen Schlafmitteln muß deshalb ebenfalls angeraten erscheinen. Tierexperimente ergaben bei Gluthetimidvergiftungen allerdings keine wesentlich besseren Ergebnisse bei wiederholter Kohlegabe (17). Jedoch wurde in dieser Untersuchung von Chin die Kohlegabe nur während eines relativ kurzen Zeitraums, den ersten 3 Stunden nach der Giftverabreichung, wiederholt.

In Analogie zu den beschriebenen Beispielen erscheint bei Vergiftungen mit anderen rezirkulierenden Stoffen, wie z. B. Thallium und Cumarinen, ebenfalls eine mehrmalige Kohleverabreichung empfehlenswert.

Endogene Vergiftungen:

Seit alten Zeiten gilt Kohle als Hausmittel gegen Flatulenz (68). Kohle wird den *anus praeter*-Trägern zur Reduktion der Darmgase empfohlen (98). Kohle kann grundsätzlich Gase adsorbieren, wobei hierzu trockene Kohle besser geeignet sein soll als wässrige Aufschwemmungen (51, 80). Die Reduktion der Darmgase wird über die Adsorption der sie erzeugenden Bakterien erklärt (68). Exakte Untersuchungen über die Abnahme der Darmgase unter Kohletherapie gibt es bisher nicht.

Es ist eine durch Empirie gestützte Hypothese, daß Darmbakterien und ihre Toxine von Kohle im Darm adsorbiert werden können.

Choleravibrionen werden von Kohle adsorbiert (38). Auf Agarplatten verhütet Kohlezugabe das Ausschwärmen von *Proteus* (99). Durch Kohlegabe über eine Magensonde wird bei Mäusen die Keimzahl im Stuhl erniedrigt und die Kolibakterien verlieren einen Teil ihres Säurebildungsvermögens auf Endoplaten (85). An Stelle von Bakterientoxinen wurde Histamin, als ein Vertreter von ihnen, näher untersucht. *In vitro*, in künstlichem Darmmilieu, können 250 mg Kohle 100 mg Histamin in einer Stunde zu 20-40 % adsorbieren. Am Darmsegment von Meerschweinchen wird durch aktivierte Kohle die Histaminwirkung, gemessen an den Kontraindikationen des Darmes, drastisch reduziert (53).

Man nimmt an, daß die Kohle im Darm toxische Abbauprodukte, die eine schädigende Wirkung auf parenchymatöse Organe haben können, adsorbiert (58, 62).

Auch Bilirubin wird von der Kohle während seines enterohepatischen Kreislaufes in beträchtlichem Ausmaß im Darm adsorbiert (71).

Niereninsuffizienz:

Die den septischen Schock bei Peritonitis begleitende Niereninsuffizienz kann vielleicht auch durch die orale Gabe von Kohle günstig beeinflußt werden.

Für Schäden an den parenchymatösen Organen Niere, Leber und Pankreas bei paralytischem Ileus und Peritonitis wird die Einschwemmung von intestinalen Antigenen aus dem Darm in die systemische Zirkulation mit verantwortlich gemacht (69). Die günstige Wirkung der Kohletherapie

beim paralytischen Ileus und die Verhinderung derartiger Schäden werden durch eine Adsorption dieser Substanzen mit erklärt (58, 62).

Im Darm finden sich bei Niereninsuffizienz dieselben urämischen Substanzen wie im Plasma, wobei sich die Werte in beiden Medien, Plasma und Darm, parallel verschieben (115). Bei 8 Wochen langer Behandlung mit täglich 20-50 g Kohle, bei 40 g Protein pro Tag oral, konnten die Serumwerte von Phenol, Harnsäure und Guanidin geringgradig gesenkt werden. Harnstoff, Keratinin, organische Säuren und Elektrolyte wurden aber, entgegen den Erwartungen auf Grund von In-vitro-Untersuchungen, nicht beeinflusst (41, 115).

Adsorption von Chemikalien:

Schlecht bekömmliche Verunreinigungen im Whisky werden im künstlichen Magensaft in vitro von aktivierter Kohle erheblich adsorbiert (Fuselöle zu 36 %, Acetaldehyd zu 32 %, Furfural zu 93 %, Äthylacetat zu 31 %) (30).

Die in Wasch- und Reinigungsmitteln vorkommenden Tenside lassen sich in vitro durch aktivierte Kohle gut adsorbieren; 10 mg aktivierte Kohle binden durchschnittlich von 4 mg Tensiden 75 % (44). Der Autor hält auf Grund dieser Befunde die Verabreichung von aktivierter Kohle bei allen Vergiftungen durch Wasch- und Reinigungsmittel für indiziert.

Die Adsorption des Herbizids Paraquat an verschiedene Adsorbentien wurde von Staiff untersucht (104). Er stellte fest, daß aktivierte Kohle in vitro - in künstlichem Magensaft - nur halb soviel Paraquat adsorbiert wie das Kunstharz Amberlite. Kohle ist bei Paraquatvergiftungen also nicht das geeignetste Adsorbens. Sie wird an Wirksamkeit von Amberlite, Bentonite und Fuller's Earth übertroffen (104). Allerdings ist die Kohle der Gartenerde, die ebenfalls als Adsorbens im Fall einer akuten Vergiftung gelobt wird, weit überlegen (104). Nach Gabe organischer Lösungsmittel (Benzol, Diäthylanilin, Tetrachloräthen, Tetrachlorkohlenstoff) läßt sich im Tierversuch die Überlebenszeit bei gleichzeitiger Kohlegabe um das Doppelte verlängern (61).

Tab. 1: Maximale Adsorption verschiedener Substanzen an 1 g carbo med. Merck; untersucht in vitro, in wässriger Lösung

(Andersen, 1946 (2))

Adsorbendum	Maximale Adsorption (mg)
Na - Allobarbitol	300-350
Na - Aprobarbitol	300-350
Atropinsulfat	700
Barbital	700

	Adsorbendum	Maximale Adsorption (mg)
Na-	Barbital	150
K-	Cyanid	35
	Cyclobarbital	300-350
	Ethylalkohol	300
	Morphinhydrochlorid	800
	Nikotin	700
Na-	Phenobarbital	300-350
	Phenol	400
	Quecksilberchlorid	1800
	Salicylsäure	550
	Strychninnitrat	950
	Sulfonilamid	1000

Tab. 2: Adsorptionskapazität von aktivierter Kohle in vitro (in Anlehnung an Hayden und Comstock, 1975 (52), ergänzt)

Substanz	Adsorption in g/100 g Kohle	Autor
Acetylsalicylsäure (pH 1,0)	28	108
Allobarbital	30-35	2
Ampehtaminsulfat (pH 1,0)	18	100
Aprobarbital	30-35	2
Atropinsulfat	70	2
Barbital	70	2

Substanz	Adsorption in g/100 g Kohle	Autor
Barbital	15	2
Chlorpromazinhydrochlorid	36	101
Cyanid	3,5	2
Cyclobarbital	30-35	2
Eisensulfat	17	2
Ethylalkohol	30	2
Ethylalkohol	31	100
Fluphenazindihydrochlorid	35	101
Gluthetimid	50-60	74
Hexobarbital	30-35	2
Imipramin	20-25	27,95
Malathion (pH 1,0)	31	87
Morphinhydrochlorid	80	2
Nikotin	70	2
Pentobarbital	32	87
Na- Pentobarbital	25	100
Phenol	40	2
Phenylpropanolamid (pH 1,0)	10	108
Prochlorperazindihydrochlorid	36	101
Promazinhydrochlorid	41	101
Promethazinhydrochlorid	33	101
Propoxyphenhydrochlorid	13	23
Propoxyphenhydrochlorid	14	15
Quecksilberchlorid	180	2
Salicylamid (pH 1,0)	37	108

Substanz	Adsorption in g/100 g Kohle	Autor
Na- Salicylat (pH 1,0)	49	100
Na- Salicylat (pH 1,6)	20-25	86
Salicylsäure	55	2
Sulfanilamid	100	2
Strychnin (pH 1,0)	22	87
Strychninnitrat	95	2
Trioridazinhydrochlorid	30	101

Tab. 3: Adsorptionskapazität von aktivierter Kohle in vitro, in künstlichem Magensaft (nach Decker, Combs und Corby, 1968 (33), ergänzt)

sehr stark adsorbiert Acetylsalicylsäure D-Amphetamin Chlorpheniramin Colchicin Diazepam (63) Diphenylhydantoin Jod Phenol Primaquin Propoxyphen	mäßig adsorbiert Borsäure DDT Eisensulfat Malathion N-Methylcarbammat
stark adsorbiert Amitryptilin (42) Chinacrin Chinin Chinidin Chloroquin Chlorpromazin 2,4- Dichlorophenoxyacetat Gluthetimid Meproamat Methylsalicylat	nicht adsorbiert Mineralsäuren Mineralische Laugen wasserunlösliche Stoffe (z. B. Tolbutamid)

Tab. 4: Die Wirkung aktivierter Kohle auf die Resorption von Medikamenten im Tierversuch

(in Anlehnung an Hayden und Comstock, 1975, (49), ergänzt)

Medikament	Zeit d. Kohlegabe	analys. Substrat	Giftkonz. i. Substrat i. % d. Kontroll.	Autor
Acetylsalicylsäure	simultan	Blut	6	86
Acetylsalicylsäure	+1min	Blut	50	16
Acetylsalicylsäure	+1min	Blut	39	90
Chlorpheniramin- maleat	+1 min	Leber	42	85
Chlorpromazinhydro- chlorid	simultan	Leber	10	17
Chloroquinphosphat	simultan	Leber	4	18
Chloroquinphosphat	simultan	Blut	14	91
Gluthetimid	simultan	Blut	50	17
Gluthetimid	+30min	Blut	26	40
Isoniazid	simultan	Blut	70	18
Malathion	+1min	Blut	34	87
Pentobarbital	simultan	Blut	11	18
Pentobarbital	+ 1min	Blut	54	90
Pentobarbital	+1min	Blut	46	87
Petroleum	+1min	Blut	40	16
Phenobarbital	+30min	Blut	44	40
Na- Salicylat	simultan	Blut	3-10	86
Na- Salicylat	+30min	Blut	62-66	34
Secobarbital	+30min	Blut	47	40
Strychnin	+1min	Leber	28	87
Strychninphosphat	+1min	Leber	10	16

Messung der Adsorptionskapazität im Versuch am Menschen.

Nur wenige quantitative Feststellungen liegen vor über die Resorption von Medikamenten beim Menschen nach Kohlegabe.

Tab. 5: Die Wirkung aktivierter Kohle auf die Resorption und Rückresorption (bei Rezirkulation) von Medikamenten in therapeutischen Dosen, untersucht am Menschen (in Anlehnung an Hayden und Comstock, 1975, (49), ergänzt)

Medikament	Zeit d. Kohlegabe	analys. Substrat	Giftkonz. i. Substrat i. % d. Kontroll.	Autor
Acetylsalicylsäure	simultan	Urin	41	66
Acetylsalicylsäure	+60min	Urin	79	66
Acetylsalicylsäure	+180min	Urin	91	66
Acetylsalicylsäure	+30min	Blut	52	35
Acetaminophen	simultan	Blut	27	65
Acetaminophen	simultan	Blut	27	36
Acetaminophen	+60min	Blut	77	36
Digoxin	+5min	Blut	40	50
Methylproscillaridin	3 x tgl. simultan + 2 weitere Gaben	Blut	60	11
Nortriptylin	+30min	Blut	29-100	1
Phenylpropanolamin	simultan	Urin	21	109
Propanolamin	simultan	klin. Symptome	verringert	14
Propoxyphenhydrochlorid	5 mal: nach 0,10,20,30, 40min	Blut	44	15

Tabellarische Zusammenfassung:

Eignung der Kohle als oral verwendetes Adsorbens bei exogenen und endogenen Vergiftungen

+ + + sehr gut geeignet

+ + gut geeignet

+ mäßig geeignet

- nicht geeignet

Die Bewertung erfolgte unter Zusammenfassung der Ergebnisse von In-vitro-Beobachtungen, und, soweit durchgeführt, von In-vivo-Untersuchungen.

Buch- stabe	Substanz	Eignung der Kohle als Adsorbenz	Autor
A	Acetaldehyd	+	30
	Acetaminophen	++	36,65
	Acetylsalicylsäure	++	17,26,33,35, 66,108
	Aconitinnitrat	++	54,56
	Na-Allobarbital	++	2
	Amintriptylin	++	42
	D-Amphetaminsulfat	+++	26,33,100
	Na-Aprobarbital	++	2
	Atropinsulfat	+++	2,56
B	Barbital	++	2
	Na-Barbital	+	2
	Bentonite	-	47
	Bilirubin, indirektes	+	71
	Bisacodyl	+++	eigene Versuche
C	Borsäure	+	33
	Cantharidin	++	54,56

Buch- stabe	Substanz	Eignung der Kohle als Adsorbenz	Autor
	Chinacrin	++	33
	Chinidin	++	33
	Chinin	++	33
	Chlordan	++	89
	Chloroquinphosphat	++	18,33,91
	Chlorpheniraminmaleat	+++	26,33,90
	Chlorpromazinhydrochlorid	++	15,17,33,101
	Cocain	++	56
	Colchicin	+++	26,33
	Coniinhydrochlorid	++	54
	K-Cyanid	-	2,88
	Ca-Cyclobarbital	++	2
D	DDT	+	33
	Delphinium	++	56
	Diazepam	+++	63
	Diazepami.v.	-	63
	2,4- Dichlorophenoxyacetat	++	33
	Digitoxin	+++	48
	Digitoxin i. v.	+++	48
	Digoxin	++	50
	Diphenylhydantoin	+++	26,33
E	Eisensulfat	+	26,33
	Elaterin	++	56
	Elektrolyte (Serum)	-	115

Buch- stabe	Substanz	Eignung der Kohle als Adsorbenz	Autor
	Ergotamin	+++	26
	Etchlorvynol	++	89
	Ethylacetat	+	30
	Ethylalkohol	+	2,89,100
F	Fluphenazindihydrochlorid	++	101
	Furfural	+	30
G	Gluthetimid	++	17,33,40,74
	Guanidin (endogen)	+	115
H	Harnsäure (endogen)	+	115
	Harnstoff (endogen)	-	115
	Hemlock	++	56
	Hexachlorophen	++	89
	Na-Hexobarbital	++	2
	Histamin	++	53
I / J	Imipramin	++	27,93,95
	Ipecac.-Sirup	++	13,24,56,74, 88, 95,113
	Isoniazid	++	18
	Jod	+++	33
K	Kaliumchlorid	-	38
	Kaliumhydroxid	-	33
	Kaliumpermanganat	++	56
	Kampfer	++	56
	Kokain	++	56
	Kreatinin	-	115

Buch- stabe	Substanz	Eignung der Kohle als Adsorbenz	Autor
L	Laktulose	++	eigene Versuche
	Lösungsmittel, organische	++	64
M	Malathion	+	33,87
	Meprobumat	++	26,33
	Methylalkohol	+	89
	N-Methylcarbamat	+	33
	Methylcellulose, Carboxy-	-	47
	Methylenblau	++	56,111
	Methylproscillaridin i.v.	++	11
	Methylsalicylat	++	33
	Mineralische Laugen	-	33
	Mineralsäuren	-	33
	Morphinhydrochlorid	+++	2,56
	Muscarin	++	56
	N	Natriumhydroxid	-
Natriumsulfat		-	51, eigene Versuche
Nikotin		++	2,56
Notriptylin		++	1
O	Opium	++	53
P	Paraffinöl	-	eigene Versuche
	Paraquat	+	104
	Parathion	++	54

Buch- stabe	Substanz	Eignung der Kohle als Adsorbens	Autor
	Penicillin	++	56
	Na-Penrobarbital	++	16,17,100
	Petroleum	++	16
	Na-Phenobarbital	++	17, 26, 40, 87
	Phenole	+++	2,33,56
	Phenole (endogen)	+	115
	Phenolphthalein	++	56
	Phenylbutazon	+	26
	Phenylpropanolamin	++	108
	Polyäthylenglykol	+++	105
	Primaquin	+++	26,33
	Prochlorperazindihydrochlorid	++	101
	Promazinhydrochlorid	++	101
	Promethazinhydrochlorid	++	101
	Propanolamin	+++	15,99
	Propanthelin	+++	14
	Propoxyphenhydrochlorid	+++	15,16,23, 26,33
	Propylthiouracil	+	26
Q	Quecksilberchlorid	++	2
R	Ronnel	+++	28
S	Säuren, organ. (endogen)	-	89
	Salicylamid	+++	108
	Na-Salicylat	+++	2,34,86,100
	Secobarbital	++	40

Buch- stabe	Substanz	Eignung der Kohle als Adsorbens	Autor
	Strychnin	++	2,16,60,87
	Sulfanilamid	+++	2
T	Tannin	++	54
	Tenside	++	44
	(Wasch-/Reinigungsmittel)		
	Thallium	+	89
	Thioridazinhydrochlorid	++	101
	Tolbutamid	-	33
v/w	Wasch-/Reinigungsmittel	++	44
	(Tenside)		
	Whiskyverunreinigungen	++	30

Literatur:

- 1 ALVAN, G.: Effect of activated charcoal on plasma levels of nortriptyline after single doses in man. Eur. J. Clin. Pharmacol. 5, (1973), 236-238
- 2 ANDERSEN, A. H.: Experimental studies on the pharmacology of activated charcoal I. Acta Pharmacol. Toxicol. 2, (1946), 69-78
- 3 ANDERSEN, A. H.: Experimental studies on the pharmacology of activated charcoal II. Acta Pharmacol. Toxicol. 3, (1947), 199-218
- 4 ANDERSEN, A. H.: Experimental studies on the pharmacology of activated charcoal III. Acta Pharmacol. Toxicol. 4, (1948), 275-284
- 5 ANDERSEN, A. H.: Experimental studies on the pharmacology of activated charcoal IV. Acta Pharmacol. Toxicol. 4, (1948), 379-388
- 6 BALZEREIT, F., ARNOLD, W.: Lungenoedem nach Pentobarbitalvergiftung. Nervenarzt 36, (1965), 42-44

- 7 BALZEREIT, F., ARNOLD, W.: Zur Frage der Magenspülung bei Vergiftungen. Dtsch. Med. Wschr. 91, (1966), 485-487
- 8 BARTELS, O.: Notfalltherapie exogener Vergiftungen. MMW 114, (1972), 282-287
9 BARTELS, O.: Akute Vergiftungen, Köln-Lövenich: Deutscher Ärzteverlag 1975
- 10 BELZ, G. G.: Plasma concentrations of intravenous β -methyl digoxin with and without oral charcoal. Klin. Wschr. 52, (1974), 749-750
- 11 BELZ, G. G., BADER, H.: Effect of oral charcoal on plasma levels of intravenous methylproscillaridin. Klin. Wschr. 52, (1974), 1134-1135
- 12 BELZ, G. G.: Adsorption to activated charcoal and polarity of cardenolides and bufadienolides. Experientia 30, (1974), 530-531
- 13 Br. Med. J.: Activated charcoal rediscovered. Br. Med. J., 5825, (1972), 487-488
- 14 CHAPUT DE SAINTONGE, D. M., HERXHEIMER, A.: Activated charcoal impairs propantheline adsorption. Eur. J. Clin. Pharmacol. 4, (1971), 52-53
- 15 CHERNISH, S. M.: Adsorption of propoxyphene hydrochloride by activated charcoal. Clin. Toxicol. 5, (1972), 317-329
- 16 CHIN, L., PICCHIONI, A. L., DUPLISSE, B. R.: Comparative antidotal effectiveness of activated charcoal, arizona montmorillonite, and evaporated milk. J. Pharm. Sci. 58, (1969), 1353-1356
- 17 CHIN, L., PICCHIONI, A. L., DUPLISSE, B. R.: The action of activated charcoal on poisons in the digestive tract. Toxicol. Appl. Pharmacol. 16, (1970), 786-799
- 18 CHIN, L., PICCHIONI, A. L., BOURN, W. M., LAIRD, H. E.: Optimal antidotal dose of activated charcoal. Toxicol. Appl. Pharmacol. 26, (1973), 103-108
- 19 CLARMANN, M. v.: Akute Vergiftungen; in Gross-Jahn, Lehrbuch der Inneren Medizin, Stuttgart: Schattauer Verlag 1966
- 20 CLARMANN, M. v.: Erste ärztliche Hilfe bei Vergiftungen. MMW 111, (1969), 376-378
- 21 CLARMANN, M. v., SOLFRANK, G.: Intubation vor Magenspülung bei Schlafmittel-Intoxikation? Dtsch. Med. Wschr. 4, (1977), 142
- 22 CLARMANN, M. v.: Hinweiskarte über Bifiteral. Giftinformationszentrale der Toxikologischen Abteilung an der II. Med. Klinik der TU München, (1978)
- 23 CORBY, D. G., DECKER, W. J.: An antidote for propoxyphen HCl. JAMA, 203, (1968), 1074
- 24 CORBY, D. G., DECKER, W. J., MORAN, M. J., PAYNE, C. E.: Clinical comparison of pharmacologic emetics in children. Pediatrics 42, (1968), 361-364
- 25 CORBY, D. G., FISER, R. H., DECKER, W. J.: Re-evaluation of the use of activated charcoal in the treatment of acute poisoning. Pediatr. Clin. North. Am. 17, (1970), 546-556

- 26 CORBY, D. G., DECKER, W. J.: Management of acute poisoning with activated charcoal. *Pediatrics* 54, (1974), 324-328
- 27 CRAMMER, J., DAVIS, B.: Activated charcoal in tricyclic drug overdoses. *Br. Med. J.* 5825, (1972), 527
- 28 CROOKSHANK, H. R., SMALLEY, H. E., RADELEFF, R. D.: Effect of prolonged oral administration of activated charcoal and of Ronnel on the well-being of sheep. *J. Anim. Sci.* 34, (1972), 322-325
- 29 CROWELL, L. A., LINCOLTON, N. C.: Activated charcoal. *JAMA*, 173, (1960), 326
- 30 DAMRAU, F., GOLDBERG, A. H.: Adsorption of whisky congeners by activated charcoal. *Southwestern Med.* 52, (1971), 179-182
- 31 DAUNDERER, M.: *Akute Intoxikationen*, München - Berlin - Wien: Urban und Schwarzenberg 1974
- 32 DAUNDERER, M., WEGER, N.: *Erste Hilfe bei Vergiftungen*. Berlin - Heidelberg - New York: Springer Verlag 1975
- 33 DECKER, W. J., COMBS, H. F., CORBY, D. G.: Adsorption of drugs and poisoning by activated charcoal. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 13, (1968), 454-460
- 34 DECKER, W. J., CORBY, D. G., IBANEZ, J. D.: Aspirin adsorption with activated charcoal. *Lancet* 1, (1968), 754-755
- 35 DECKER, W. J., SHPALL, R. A., CORBY, D. G., COMBS, H. F., PAYNE, C. E.: Inhibition of aspirin absorption by activated charcoal and apomorphine. *Clin. Pharmacol. Ther.* 10, (1969), 710-713
- 36 DORDONI, B., WILLSON, R. A., THOMPSON, R. P. H., WILLIAMS, R.: Reduction of absorption of paracetamol by activated charcoal and cholestyramine: a possible therapeutic measure. *Br. Med. J.* 5871, (1973), 86-87
- 37 *Drug Ther Bull*: Activated charcoal in the treatment of acute poisoning. *Drug Ther Bull*: 12, (1974), 27-28
- 38 EISLER, M.: Weitere Versuche über den Einfluß der Kohlenadsorption auf Vergiftung und Entgiftung. *Biochem. Ztschr.* 192, (1926), 154-170
- 39 ESCHENHOF, E. V., RIEDER, J.: Studies on the fate of the antidepressant amitriptyline in the organism of rat and man. *Arzneim. Forsch.* 19, (1969), 957-966
- 40 FISER, R. H., MAETZ, H. M., TREUTING, J. J., DECKER, W. J.: Activated charcoal in barbiturate and glutethimide poisoning of dog. *J. Pediatr.* 78, (1971), 1045-1047
- 41 FRIEDMAN, E. A.: Oral sorbents in uremia: charcoal induced reduction in plasma lipids. *Am. J. Med.* 62, (1977), 541-542
- 42 GARD, H., KNAPP, D., HANENSON, I., WALLE, T., GAFFNEY, T.: Studies on the disposition of amitriptyline and other tricyclic antidepressant drugs in man as it relates to the management of the overdosed patient. *Adv. Biochem. Psychopharmacol.* 7, (1973), 95-105

- 43 GARD, H., KNAPP, D., WALLE, T., GAFFNEY, T.: Qualitative and quantitative studies on the disposition of amitriptyline and other tricyclic anti depressant drugs in man as it relates to the management of the overdosed patient. Clin. Toxicol. 6, (1973), 571-584
- 44 GLOXHUBER, Ch.: Über die Behandlung nach Einnahme von Wasch- und Reinigungsmitteln. Med. Welt 6, (1968), 351-357
- 45 GOLDENHERSH, K. K., WU-DER HUANG, MASON, N. S., SPARKS, R. E.: Effect of micronencapsulation on competitive adsorption in intestinal fluids. Kidney int. 10, (1976), 251-253
- 46 GREENBERGER, N. J., CALDWELL, J. H.: Basic and Clinical Pharmacology of Digitalis. Springfield: C. C. Thomas 1972
- 47 GWILT, P. R., PERRIER, D.: Influence of "thickening" agents on the antidotal efficacy of activated charcoal. Clin. Toxicol. 9, (1976), 82-92
- 48 HAACKE, H., JOHNSEN, K., KOLENDA, K. D.: Zur Therapie der Digitalisintoxikation: Ein weiterer experimenteller Hinweis auf die Wirksamkeit von Adsorbentien. Med. Welt 24, (1973), 1374-1375
- 49 HARVEY, S. C.: Heavy metals; in Goodman and Gilman, The pharmacological basis of therapeutics, New York: Macmillan Publishing Co. 1975
- 50 HARTEL, G., MANNINEN, V., REISSEL, P.: Treatment of digoxin intoxication. Lancet 7, (1973), 158
- 51 HASSLER, J. W.: Purification with activated carbon. New York: Chemical Publ. Co. 1974
- 52 HAYDEN, J. W., COMSTOCK, E. G.: Use of activated charcoal in acute poisoning. Clin. Toxicol. 8, (1975), 515-533
- 53 HENNING, Th.: Bindung enteraler Bakterien-Toxine durch Kohle-Präparate; dargestellt am Modell der Histaamin-Adsorption im künstlichen Darmsaftmilieu nach Einwirken von Kohle-Compretten Merck bzw. Kohle-Granulat Merck. Persönliche Mitteilung der Firma Merck vom 22.8.1977
- 54 HENSCHLER, D., KREUTZER, P.: Intoxikationsbehandlung durch Bindung von Giftstoffen im Magenkanal: Tierkohle oder "Universalantidot"? Dtsch. Med. Wschr. 91, (1966), 2241-2248
- 55 HOFMANN, H., NEUBAUER, M.: Die medizinische Kohle und die Unterschiede der Adsorptionsfähigkeit verschiedener Kohlepräparate. Pharmazie 3, (1948), 12-24
- 56 HOLT, L. E., HOLZ, P. H.: The black borde. J. Pediatr. 63, (1963), 306-316
- 57 IBE, K.: Magenspülung bei akuten Schlafmittelvergiftungen. Med. Klin. 61, (1966), 1832-1836
- 58 JAGER, R., SCHWEIGART, U., VOGEL, G. E., DAUNDERER, M., Kopp, K. F.: Artificial organ support strategies in combined renal, circulatory, pulmonary and liver failure. Artif. Organs. 1, (1977), 100-102
- 59 KANIS, W.: Carbo medicinalis - auch heute noch das universelle Antidot. Dtsch. Apotheke 26, (1974), 1-5
- 60 KANIS, W.: Aktivkohle - das Mittel zur Bindung von Giftstoffen im Magendarmkanal. Prospektentwurf Fa. Merck, Stand vom 31.10.1977

- 61 KÖNIG, F.: Bestimmung des Adsorptionswertes verschiedener Kohlepulver. Pharmazeut. Zentralhalle 40, (1975),645-648
- 62 Kopp, K. F.: The unexpected success of enteral activated carbon in acute renal failure patients in the prevention and therapy of abdominal sepsis. Am. Soc. Artif. Intern. Organs 7, (1978),31
- 63 KORTILLA, K., MATTILA, M. J., LINNTOLLA, M.: Prolonged recovery after diazepam sedation: the influence of food, charcoal ingestion and injection rate on the effects of intravenous diazepam. Br. J. Anaesth. 48, (1976), 333-340
- 64 LAAS, W.: Zur Eignung von carbo medicinalis für die Behandlung akuter oraler Vergiftungen mit organischen Lösungsmitteln. Pharmazie 29, (1974), 728-729
- 65 LEVY, G., GWILT, P. R.: Activated charcoal for acute acetaminophen intoxication. JAMA 219, (1972), 621
- 66 LEVY, G., TSCHIYA, T.: Effect of activated charcoal on aspirin absorption in man. Clin. Pharmacol. Ther. 13 (1972),317-322
- 67 LEVY, G., SODA, D. M., LAMPMAN, T. A.: Inhibition by icecream of the antidotal efficacy of activated charcoal. Am. J. Hosp. Pharm. 32, (1975),289-291
- 68 LICHTWITZ, L.: Die Adsorptionstherapie. Naturwissenschaften 34/35 (1914),834-836
- 69 LIEHR, H., GRON, M.: Endotoxine und RES-Funktion in der Pathogenese von Lebererkrankungen. Internist 17, (1976), 122-128
- 70 LIST, P. H., HÖRHAMMER, L.: Hagers Handbuch der pharmazeutischen Praxis. III. Band, Berlin – Heidelberg New York: Springer Verlag 1972
- 71 LÜCKING, Th., KUNZER, W.: Adsorption von Darmbilirubin an Kohle. Klin. Wschr. 44, (1966), 469
- 72 MANES, M., MANN, J. P.: Easily swallowed formulations of antidote charcoal. Clin. Toxicol. 7, (1974),355-364
- 73 MANES, M.: Effect of carboxy methyl cellulose on the adsorptive capacity of charcoal. Am. J. Hosp. Pharm. 33, (1976),1120-1122
- 74 MANN, J. B., SANDBERG, D. H.: Therapy of sedative overdose. Pediatr. Clin. North. Am. 17, (1970), 617-627
- 75 MANOQUERRA, A. S.: Poisoning with tricyclic antidepressiva drugs. Clin. Toxicol. 10, (1977), 149-158
- 76 MARTINDALE, W.: The Extrapharmacopoeia. London: The pharmaceutical press 1977
- 77 MATHEW, H., MACKINTOSH, T. F., TOMPSETT, S. L., CAMERON, J. C.: Gastric aspiration and lavage in acute poisoning. Br. Med. J. 5499, (1966), 1333-1337
- 78 MAYNERT, E. W.: Sedative and hypnotics II. Barbiturates; in Drill's Pharmacology in medicine, New York: McGrawhill 1971

- 79 MEYERS, F. H.: Review of Med. Pharmacology. Los Altos: Lange Medical Publications 1972
- 80 MOLLER, K. O.: Pharmakologie. Basel - Stuttgart: 13 Schwabe und Co. Verlag 1966
- 81 MOLL, H.: Ratschläge zur Behandlung von Vergiftungen bei Kindern. Dtsch. Ärzteblatt 61, (1964), 2191-2198
- 82 NAU, C. A., NEAL, J., STEMBRIDGE, V. A., COOLEY, R. N.: Physiological effects of carbon black. Arch. Environ. Health. 4, (1962), 415-431
- 83 NEVE, R. d.: Antidotal efficacy of activated charcoal in presence of gam, starch and milk. Am. J. Hosp. Pharm. 33, (1976), 965-966
- 84 OTTO, U., STENBERG, B.: Beredningsformens betydelse för adsorptionsgraden hos medicinska kol. Lakartidningen 70, (1973), 2729-2730
- 85 PFANNENSTIEL, H.: Die Wirkung medizinischer Kohlepräparate auf Darmbakterien. Med. Klin. 23, (1927), 1673-1674
- 86 PHANSALKAR, S. V., HOLT, L. E.: Observations on the immediate treatment of poisoning. J. Pediatr. 72, (1968), 683-685
- 87 PICCHIONI, A. L., CHIN, L., VERHUIST, H. L., DIETERLE, B.: Activated charcoal vs "Universal antidote" as an antidote for poisons. Toxicol. Appl. Pharmacol. 8, (1966), 447-454
- 88 PICCHIONI, A. L.: Activated charcoal- a neglected antidote. Pediatr. Clin. North. Am. 17, (1970), 535-543
- 89 PICCHIONI, A. L., CHIN, L., DUPLISSE, B. R., LAIRD, H. E.: Antidotal spectrum of activated charcoal. Abstr. Acad. Pharm. Sci., 119th Annu. Meeting, American Pharmaceutical Association 2, (1972), 117-125
- 90 PICCHIONI, A. L., CHIN, L., LAIRD, H. E.: Activated charcoal preparations - relative antidotal efficacy. Clin. Toxicol. 7, (1974), 97-108
- 91 PICCHIONI, A. L.: Research in the treatment of poisoning. Toxicol. Annual. 1974 (1975), 27-51
- 91a POND, S. M.: Role of Repeated Oral Doses of Activated Charcoal in Clinical Toxicology. Med. Toxicol. 1 (1986) 3-11
- 92 RAKATANSKY, H., KIRSNER, J. B.: Drugs for gastrointestinal diseases; in W. Modell, Drugs of Choice, Saint Louis: Mosby Company 1976
- 93 RAUWS, A. G., NOORDWIJK, J. v.: Activated charcoal in tricyclic drug overdoses. Br. Med. J. 5835, (1972), 298
- 94 RAUWS, A. G.: Treatment of experimental imipramine intoxication by interrupting enteral cycles with activated charcoal. Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol. 282 (1974), 78
- 95 RAUWS, A. G., OLLING, M.: Treatment of experimental imipramine and desimipramine poisoning in the rat. Arch. Toxicol. 35, (1976), 97-106

- 96 REMINGTON, P.: Remington's Pharmaceutical Sciences. Easton: Mack Publishing Company 1975
- 97 Ross, J. F., HELWITT, W. 1., WAHL, C. W., OKUM, R., SHAPIRO, B. J., SLAWSON, P. F., SCHNEIDMAN, E. S.: The management of the presuicidal, suicidal, and postsuicidal patient.
- 98 RUEFF, F.: Die Behandlung der Flatulenz beim anus praeter naturalis. *MMW* 8, (1965),395-396
- 99 SMITH, D. G., ALWEN, J.: Effect of activated charcoal on the swarming of protens. *Nature* 212, (1966), 941-942
- 100 SMITH, R. P., GOSSELIN, R. E., HENDERSON, J. A., ANDERSON, D. M.: Comparison of the adsorptive properties of activated charcoal and alaskan montmorillonite for some common poisons. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 10, (1967),95-104
- 101 SORBY, D. 1., PLEIN, E. M.: Adsorption of phenothiazine derivates by kaolin, talk, and norit: *J. Pharm. Sic.* 50, (1961),355
- 102 SORBY, D. L., PLEIN, E. M., BENMAMAN, J. D.: Adsorption of phenothiazine derivates by solid adsorbents. *J. Pharm. Sci.* 55, (1966), 785-794
- 103 SORBY, D. L.: Effect of adsorbents on drug adsorption: importance of preequilibrating drug and adsorbent. *J. Pharm. Sci.* 57, (1968), 1604-1605
- 104 STAIFF, D. C., IRLE, G. K., FELSENSTEIN, W. C.: Screening of various adsorbents for protection against paraquat poisoning. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 10, (1973), 193-199
- 105 STEUERLE, H.: Antwortbrief der Fa. BASF vom 11.01.1978 an Dr. M. Dauderer, Toxikologische Abteilung der 2. Med. Klinik der TU München
- 106 SWINYARD, E. A.: Demulcents, emollients, protectives and adsorbents, antiperspirams and deodorants, absorbable hemostatics, adstringents, irritants, sclerosing agents, caustics, kerarolytics, antiseborrhetics, melanizing and demalanizing agents, mucolytics and certain enzymes; in Goodman and Gilman, *The pharmacological basis of therapeutics*, New York: Macmillan Publishing Co. 1975
- 107 TEITELBAUM, D. T.: Poisoning with psychoactive drugs. *Peditr. Clin. North. Am.* 17, (1970),545-556
- 108 TSUCHIYA, T., LEVY, G.: Relationship between effect of activated charcoal on drug absorption in man and its drug adsorption characteristics in vitro. *J. Pharm. Sci.* 61, (1972),586-589
- 109 TSUCHIYA, T., LEVY, G.: Drug adsorption efficacy of commercial activated charcoal tablets in vitro and in man. *J. Pharm. Sci.* 61, (1972), 624-625
- 110 WALKER, J. M., DENTI, E., WAGENEN, R. v., ANDRADE, j. D.: Evaluation and selection of activated carbon for hemoperfusion. *Kidney Im.* 10, (1976),320-327
- 111 WIECHOWSKI, W.: Die pharmakologischen Grundlagen der Adsorptionstherapie. *Ther. Ggw.* 24, (1922), 121-132
- 112 WINCHESTER, J. F.: Activated charcoal-black magic? *Scot. Med. J.* 21, (1976), 47-48

- 113 WOOD, C. A., BROWN, J. R., COLEMAN, J. H., EVANS, W. E.: Management of tricyclic antidepressant toxicities. *Dis. Nerv. Syst.* 37, (1976), 459-461
- 114 YATZIDIS, H.: Activated charcoal rediscovered. *Br. Med. J.* 5831, (1972), 51
- 115 YATZIDIS, H., OREPOLUS, D.: Early clinical trials with adsorbents. *Kidney Int.* 10, (1976), 215-217
- 116 HEGEMANN, U.: *Medizinalkohle*. Diss. TU, Mchn, 1980.
- 117 DAUNDERER, M.: *Medizinalkohle - das älteste und wichtigste Gegengift*. *Fortschr. Med.* 15, 697-700 (1983).

Eigene Erfahrungen:

Gegenstand unserer Untersuchungen war die Beurteilung der in vivo Wirksamkeit von Medizinalkohle zur Adsorption von chemischen und bakteriellen Toxinen. Das Präparat Kohle-Pulvis ist speziell für die Erstanwendung von Laien zur Ersten Hilfe bei Vergiftungen im Einmalbecher entwickelt.

Die klinische Erprobung erfolgte am TOX CENTER MÜNCHEN e.V. im Zeitraum von April 1980 bis Juni 1984 in 600 Fällen. Das Präparat Kohle-Pulvis wurde aus dem Originalpulver der Firma Merck, das zu Kohle-Kompotten gepreßt verkauft wird, hergestellt. Daher können auch die ca. 20.000 akuten Vergiftungsfälle, die vom Autor in den zehn Jahren zuvor auf der Entgiftungsstation des Städt. Krankenhauses in München-Schwabing und der Toxikologischen Abteilung des Klinikums der Technischen Universität München behandelt wurden, hierbei mit berücksichtigt werden.

Die Anwendung von Kohle-Pulvis hinsichtlich Indikation und Dosierung entspricht den Empfehlungen des Herstellers. Bei der Prüfung wurde stets eine toxikologisch-analytische oder bakteriologische Diagnostik vor und nach Kohle-Gabe durchgeführt. Voraussetzung für die klinische Erprobung war ein eingehendes Studium der Weltliteratur (s. Diss. Hegemann), insbesondere die neuen quantitativen Arbeiten der Kohle-Hämoperfusion.

In Übereinstimmung mit den In-vitro-Arbeiten bzw. Tierversuchen fanden wir, daß Kohle-Pulvis als Adsorbens nicht nur für alle wasserlöslichen Gifte, sondern auch für fettlösliche Gifte, Lösungsmittel und Tenside geeignet ist. Gerade bei den fettlöslichen Substanzen, bei denen wir früher Paraffinöl als Adsorbens verwendet hatten, hat sich Kohle-Pulvis als überlegen herausgestellt, da seine Adsorptionskraft der des Paraffinöl meist identisch oder sogar besser (Benzin) ist und zudem wesentlich rascher und einfacher appliziert werden kann. Ein Drittel aller behandelten Patienten hatten bakterielle oder virusbedingte Nahrungsmittelvergiftungen. Hier wurde bei einer Massenvergiftung mit 12.000 Patienten, die sich durch Trinkwasser mit *Shigella sonnei crusei* (München-Ismaning, 1977) vergiftet hatten, nachgewiesen, daß die ca. 4500, die von uns im Rahmen eines Katastropheneinsatzes ausschließlich mit Medizinalkohle (10 g) behandelt wurden, nach ca. 24 Std. beschwerdefrei und bakterienfrei waren, wohingegen die antibiotisch behandelten Patienten zu 30 % Dauerausscheider mit Organkomplikationen wie Gelenkmanifestationen aufwiesen.

Aufgrund dieser Erfahrungen empfehlen die Münchner Gesundheitsbehörden bei Verdacht oder nach Nachweis einer bakteriellen Lebensmittelvergiftung außer bei Organkomplikationen, keine

Antibiotika zu geben und nur anfangs einmal Medizinalkohle zu verabreichen (später Laktulose). Aufgrund der positiven Erfahrungen einer Kohle-Hämoperfusion bei Vergiftungen mit Digitoxin, Digoxin, Quecksilberchlorid, Thallium, Primaquin, Alkylphosphaten (Phosphorsäureester, Arsen und anderen Schwermetallsalzen) führten wir die klinische Prüfung (Stufe 1-3) mit Medizinalkohle auch bei diesen oralen Vergiftungen durch. Die Effizienz war außerordentlich groß. Bei Substanzen mit enterohepatischem Kreislauf (Schlafmittel, Psychopharmaka, Digitalis, Paraquat, Pflanzenschutzmittel, Thallium) wurde die orale Kohlegabe in 4 oder 6 stündlichen Abständen wiederholt. Auch bei hohen Darmläufen wurde die Kohle zugefügt.

Dosierung:

Ansprechbare Patienten bekamen in der Regel nur einmalig Kohle-Pulvis 10 Gramm zu schlucken und sollten in den ersten 24 Stunden Nahrungskarenz halten bzw. nur das Elektrolyt-Defizit beseitigen (z. B. Oraltädon). Bei Verdacht auf bakterielle Nahrungsmittelvergiftungen wurde vor und nach der Kohlegabe eine Stuhlkultur durchgeführt. Die unter der Persistenz der Kohle bestehende Wirkungslosigkeit einer oralen Medikation mit Digitalis, Antiemetika, Gichtmitteln usw. wurde dem Patienten eingehend dargelegt. Bei bewußtlosen Patienten wurde die Kohle-Pulvis über eine Magensonde appliziert.

Zumindest anfangs wurde hier als Laxans Natriumsulfat (2 Eßl.) hinzugegeben, was jedoch bei giftbedingter Darmatonie (Barbiturate, Psychopharmaka) entsprechend der Höhe der Giftkonzentration wirkungslos war.

Bei Giften mit einer Beschleunigung der Darmpassage (Salmonellen, Staphylokokken-Enterotoxin) wurde es ohnehin weggelassen.

Kontraindikationen:

Kohle hat in keinem Fall die Resorption von Toxinen gefördert oder durch die enterale Adsorption Schäden wie z. B. eine klinische Hypovitaminose hervorgerufen.

Fast wirkungslos war die Medizinalkohle bei Ätzmittelungen, Tolbutamid- oder Elektrolytintoxikationen. Hier sind andere Therapiemaßnahmen indiziert.

Übrige Therapie:

Durch die Therapie mit Kohle wurde die übrige Therapie nicht behindert. Sowohl orale Elektrolytsubstitution bei Nahrungsmittelvergiftungen als auch eine anschließende Magenspülung z. B. bei Knollenblätterpilzvergiftungen oder eine forcierte Diurese, eine Hämodialyse, Hämoperfusion oder forcierte Abatmung oder Diarrhoe wurden nicht behindert. Bei der Antidottherapie gab es jedoch wichtige Umstellungen auf eine parenterale Gabe (Dimaval-Quecksilber, Acetylcystein-Paracetamol).

Alternative zum provozierten Erbrechen:

Die rasch am Unfallort durchführbare Verabreichung von Kohle- Pulvis unmittelbar nach einem Suizidversuch mit Medikamenten, einer sog. Tablettenvergiftung, war den früher üblichen Maßnahmen des provozierten Erbrechens mit Salzwasser, Apomorphin, Ipecacuanhae-Sirup oder - Himbeersaft bezüglich der adsorbierten Giftmenge als auch der bei erstgenannten Maßnahmen an auftretenden Komplikationen deutlich überlegen, so daß die Kohle-Gabe hier als alleinige Maßnahme durchgeführt wurde. Nach Aufnahme großer Giftmengen schloß sich jedoch eine Magenspülung in der Klinik an.

Zusammenfassung:

Die Gesamtbewertung von Kohle-Pulvis läßt sich aufgrund der hier beschriebenen Erfahrungen dahingehend zusammenfassen, daß das Präparat bei jedem Verdacht auf eine orale Vergiftung angewandt, bezüglich seiner therapeutischen Effektivität, der in dieser Darreichungsform besonders schnell möglichen Applizierbarkeit und dem Fehlen jeglicher Nebenwirkungen, hervorragend geeignet ist für die kausale Therapie. Andere therapeutische oder symptomatische Maßnahmen werden dabei nicht beeinträchtigt.

(aus „Klinische Toxikologie der Gegengifte“ von M. Dauderer , erschienen 1987, ecomedverlagsgesellschaft mbH)