

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4635340号
(P4635340)

(45) 発行日 平成23年2月23日(2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日(2010.12.3)

(51) Int.Cl.

F 1

A61K 38/22	(2006.01)	A61K 37/24
A61K 9/19	(2006.01)	A61K 9/19
A61K 47/18	(2006.01)	A61K 47/18
A61K 47/02	(2006.01)	A61K 47/02

請求項の数 11 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2000-620981 (P2000-620981)
(86) (22) 出願日	平成12年5月31日 (2000.5.31)
(86) 国際出願番号	PCT/JP2000/003506
(87) 国際公開番号	W02000/072873
(87) 国際公開日	平成12年12月7日 (2000.12.7)
審査請求日	平成19年4月5日 (2007.4.5)
(31) 優先権主張番号	特願平11-151769
(32) 優先日	平成11年5月31日 (1999.5.31)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(73) 特許権者	000005968 三菱化学株式会社 東京都港区芝4丁目14番1号
(74) 代理人	110000109 特許業務法人特許事務所サイクス
(72) 発明者	千葉 雅俊 日本国茨城県鹿島郡波崎町砂山14 三菱 化学株式会社鹿島事業所内
審査官	小松 邦光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 HGF凍結乾燥製剤

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

肝実質細胞増殖因子、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤、塩化ナトリウム、及びリン酸バッファー、クエン酸バッファー、および酢酸バッファーから選ばれる緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、肝実質細胞増殖因子を5mg/ml未満の濃度で含有する水溶液から調製される製剤。

【請求項2】

肝実質細胞増殖因子、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤、塩化ナトリウム、及びリン酸バッファー、クエン酸バッファー、および酢酸バッファーから選ばれる緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、再溶解により肝実質細胞増殖因子を5mg/ml未満の濃度で含有する水溶液を調製するための製剤。

【請求項3】

肝実質細胞増殖因子、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤、塩化ナトリウム、及びリン酸バッファー、クエン酸バッファー、および酢酸バッファーから選ばれる緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、肝実質細胞増殖因子を5mg/ml未満の濃度で含有する水溶液から調製され、かつ再溶解により肝実質細胞増殖因子を5mg/ml未満の濃度で含有する水溶液を調製するための製剤。

【請求項 4】

安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる請求項 1～3 のいずれか一項に記載の凍結乾燥製剤。

【請求項 5】

緩衝剤がリン酸バッファーである請求項 1～4 のいずれか一項に記載の凍結乾燥製剤。

【請求項 6】

凍結乾燥前の水溶液の pH が 5～6.5 の範囲である請求項 1～5 のいずれか一項に記載の凍結乾燥製剤。

【請求項 7】

再溶解後の水溶液の pH が 5～6.5 の範囲である請求項 1～6 のいずれか一項に記載の凍結乾燥製剤。 10

【請求項 8】

さらにポリソルベート 80、ポリソルベート 20、HCO-40、HCO-60、ブルロニック F-68、ポリエチレングリコールから選ばれる 1 または 2 以上の界面活性剤を含有する請求項 1～7 のいずれか一項に記載の凍結乾燥製剤。

【請求項 9】

界面活性剤がポリソルベート 80である請求項 8 に記載の凍結乾燥製剤。

【請求項 10】

バイアル又はアンプル中に調製された請求項 1～9 のいずれか一項に記載の凍結乾燥製剤。 20

【請求項 11】

凍結乾燥時及び / 又は凍結乾燥後の保存時における肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するために十分な量の安定化剤を含む請求項 1～10 のいずれか一項に記載の凍結乾燥製剤。

【発明の詳細な説明】**技術分野**

本発明は、肝実質細胞増殖因子を含有する凍結乾燥製剤に関する。

背景技術

肝実質細胞増殖因子 (Hepatocyte growth factor : 以下、本明細書において「HGF」と略す場合がある。) は肝実質細胞の増殖活性を有するタンパク質であり、種々の動物種においてその存在が知られており、異なったアミノ酸配列を有するものが報告されている。ヒト肝実質細胞増殖因子 (以下、本明細書において「hHGF」と略す場合がある。) は、大工原らにより劇症肝炎患者血漿より見出され (特開昭 63-22526 号公報)、その後、喜多村らにより hHGF タンパク質のアミノ酸配列及びそれをコードする遺伝子 (cDNA) 配列が明らかにされた (特開平 3-72883 号公報)。さらにこの cDNA を用いた hHGF タンパク質の生産方法及び形質転換体が報告されるにいたり (特開平 3-285693 号公報)、hHGF タンパク質の大量生産が可能となり医薬品としての応用が期待されている。 30

hHGF は糖タンパク質の一種であり、分子量は非還元状態では約 80～90 KDa、還元状態では約 52～56 KDa のサブユニットと約 30～36 KDa のサブユニットからなるヘテロダイマーである。hHGF は、肝細胞増殖因子としての活性のほか、スキヤター因子 (scatter factor ; SF) 活性、腎臓尿細管上皮細胞増殖因子活性、損傷組織修復因子活性、血管内皮細胞増殖因子活性など多様な生物活性を有しており、肝臓疾患治療薬、腎臓疾患治療薬、脳神経障害治療剤、育毛促進剤、創傷治療薬、抗腫瘍治療薬などの医薬としての開発が期待されている。 40

HGF の製剤については、WO 90/10651 号公報、特開平 6-247872 号公報、及び特開平 9-25241 号公報に記載がある。上記 WO 90/10651 号公報には、HGF と比較してアミノ酸 5 残基が欠失したデリーションタイプの HGF (TCF) の水溶液製剤が開示されており、アルブミン、ヒト血清、ゼラチン、ソルビトール、マンニトール、キシリトール等が TCF を水溶液中で安定化することが教示されている。特開平 6-50

247872号公報には、塩基性アミノ酸等とTCFを共存させることにより、TCFを5~10mg/mLの高濃度に含有させた注射剤が開示されている。この刊行物にはTCFの水溶液での溶解性が言及されており、TCFを高濃度に含有させた水溶液が開示されているが、塩基性アミノ酸（リジン、アルギニン）は注射液剤の「溶解補助剤」として用いられている。

しかしながら、HGFの水溶液製剤は、中性pHにおいて溶解性が急激に低下し、低温又は室温で数日間保存すると凝集、白濁、ゲル化が進行するという問題を有している。また、類縁体・重合体が形成されるなど物理化学的安定性が低く、生物活性が低下するなど製剤安定性が低く、生物学的活性の点からも長期間の保存には適しない。さらに、HGFの水溶液製剤は、振とう攪拌による泡立ち等により凝集、白濁、ゲル化を引き起こし、長期間の保存及び流通運搬の際に製剤品質の低下、薬効の低減がもたらされる。このため、HGFの製剤としては、凍結乾燥製剤が好適である。
10

特開平9-25241号公報にはHGF(TCF)の凍結乾燥製剤が開示されているが、本発明とは異なり、クエン酸塩を緩衝液として用い、安定化剤としてグリシン、アラニン、ソルビトール、マンニトール等を用いることにより、長期間にわたり安定な高濃度HGF(TCF)凍結乾燥製剤を提供できることが教示されている。しかしながら、この凍結乾燥製剤は、緩衝液としてクエン酸を用いるために再溶解後のpHが酸性条件であり、また溶液の浸透圧が高いために、注射投与の際の痛み、投与部位での炎症反応、溶血現象を誘起するなどの問題を有している。

また、HGFは極めて生理活性の強い物質であり、医薬として使用する場合には非常に低濃度の製剤として臨床の場に提供される必要があるが、本発明者らの研究によれば、特開平9-25241号公報に記載されたグリシン又はアラニンを含むHGF(TCF)の凍結乾燥製剤では、高濃度のHGFを含む水溶液から製造した凍結乾燥製剤は保存時に重合体の生成は少ないものの、臨床適用にあたり望まれる低濃度のHGF（一般的にはHGFが5mg/mL未満の濃度であり、例えば2mg/mL程度である。）を含む水溶液をグリシン又はアラニンの存在下で凍結乾燥した製剤は保存時に重合体の生成が認められた。従って、特開平9-25241号公報に記載されたグリシン又はアラニンは高濃度のHGFを凍結乾燥する場合の安定化剤としては有用であるものの、低濃度のHGFを凍結乾燥する場合の安定化剤としては不十分であり、低濃度のHGFを含む水溶液から重合体の生成しにくい、長期保存安定性に優れた凍結乾燥製剤を製造する方法の開発が求められていた。
20
30

発明の開示

本発明の課題は、低濃度のHGFを含む水溶液を調製可能なHGF凍結乾燥製剤を提供することにある。より具体的には、保存安定性に優れ、再溶解時に凝集、白濁、ゲル化などを生じないHGF凍結乾燥製剤を提供することが本発明の課題である。また、凍結乾燥時に良好なケーキ形成性を有し、再溶解性に優れた凍結乾燥製剤を提供することも本発明の課題である。さらに、注射剤として望ましいpHおよび浸透圧比を有する上記製剤を提供することも本発明の課題である。

本発明者らは上記の課題を解決すべく鋭意研究を行った結果、HGFの濃度を5mg/mL未満として安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤の存在下で凍結乾燥を行うと、ケーキ形成性、溶解性、長期保存安定性の良好な凍結乾燥製剤を製造することができること、及び該凍結乾燥製剤の製造時及び凍結乾燥製剤の保存時に重合体が生成せず、該凍結乾燥製剤が極めて高い安定性を有していることを見出した。また、この凍結乾燥製剤から調製された水溶液には凝集、白濁、ゲル化などが生じないこと、及びこのように希薄なHGFを含む水溶液が臨床的に十分な薬効を発揮できることも見出した。本発明は、上記の知見を基にして完成されたものである。
40

すなわち、本発明により、

肝実質細胞増殖因子、肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するための安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、肝実質細胞増殖因子を5mg/mL未満の濃度で含有する水溶液から調製される製剤；
50

肝実質細胞増殖因子、肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するための安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、再溶解により肝実質細胞増殖因子を5mg/mL未満の濃度で含有する水溶液を調製するための製剤；及び、
肝実質細胞増殖因子、肝実質細胞増殖因子の重合体生成を防止するための安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する凍結乾燥製剤であって、肝実質細胞増殖因子を5mg/mL未満の濃度で含有する水溶液から調製され、かつ再溶解により肝実質細胞増殖因子を5mg/mL未満の濃度で含有する水溶液を調製するための製剤
が提供される。

これらのHGF凍結乾燥製剤は凍結乾燥時及び凍結乾燥後の長期保存に際してもHGFの重合体が生成せず、優れた安定性を有している。また、凍結乾燥製剤から調製された水溶液には凝集、白濁、ゲル化などの生成がなく、かつ該水溶液を保存した場合にも重合体が生成しにくいという特徴を有している。
10

通常、バイアル中に凍結乾燥製剤を調製するために用いられる水溶液と、得られた凍結乾燥製剤をバイアル中で溶解して調製される水溶液には、同濃度の有効成分が含まれることが望ましい。従って、本発明の製剤は、好ましくはHGFを5mg/mL未満の濃度で含有する水溶液をバイアル中又はアンプル中で凍結乾燥することにより製造できる。また、本発明の製剤は、凍結乾燥前及び／又は再溶解後の水溶液が注射剤として望ましい5から6.5の範囲のpHを有することが好ましく、さらに、本発明の製剤は、凍結乾燥前及び／又は再溶解後の水溶液が、注射剤として望ましい浸透圧、例えば、生体とほぼ等張又は注射剤の浸透圧比として許容される浸透圧比(1～2)を有することが好ましい。
20

本発明の好ましい態様によれば、安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン、プロリン、グルタミン酸、アスパラギン酸、硫酸化多糖類、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤である上記HGF凍結乾燥製剤；安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる上記HGF凍結乾燥製剤；安定化剤がアルギニン、リジン、ヒスチジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる上記HGF凍結乾燥製剤；安定化剤がアルギニン、リジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる上記HGF凍結乾燥製剤が提供される。これらの安定化剤は、好ましくは凍結乾燥時及び／又は凍結乾燥後の保存時におけるHGFの重合体生成を防止するのに十分な量で上記製剤中に配合される。
30

また、本発明の別の好ましい態様によれば、緩衝剤がリン酸塩である上記HGF凍結乾燥製剤；さらに界面活性剤を含有する上記HGF凍結乾燥製剤；界面活性剤が非イオン性界面活性剤である上記HGF凍結乾燥製剤；非イオン性界面活性剤がポリオキシエチレンエーテル系界面活性剤である上記凍結乾燥製剤が提供される。

また、別の観点からは、HGFを5mg/mL未満の濃度で含有する水溶液を凍結乾燥するに用いるHGFの安定化剤であって、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン、プロリン、グルタミン酸、アスパラギン酸、硫酸化多糖類、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤が本発明により提供される。好ましい安定化剤は、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれ、特に好ましい安定化剤はアルギニン、リジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる。この安定化剤は、HGFを5mg/mL未満の濃度で含有する水溶液の凍結乾燥時及び凍結乾燥後の保存時におけるHGFの重合体生成を防止することができる。
40

さらに、本発明により、上記安定化剤及び5mg/mL未満の濃度のHGFを含有する水溶液を凍結乾燥して得ることができ、再溶解により5mg/mL未満の濃度のHGFを含有する水溶液を調製するためのHGF凍結乾燥製剤が提供される。上記の凍結乾燥製剤の好ましい製剤は、上記安定化剤(好ましくはアルギニン、リジン、及びこれらの薬理上許容される塩からなる群から選ばれる安定化剤)、5mg/mL未満の濃度のHGF、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を含有する水溶液をバイアル中で凍結乾燥して得ることができる。
50

発明の実施するための最良の形態

本発明の凍結乾燥製剤に含まれる HGF の種類は特に限定されない。例えば、HGF を含有することが知られているヒトやラット等の乳動物由来の体液や組織、または自発的に HGF を産生する細胞から天然の HGF を単離してもよいが、遺伝子組換え法により該増殖因子 cDNA を細胞に導入して得られる組換え HGF を用いてもよい。組換え HGF を產生させる宿主としては、大腸菌、枯草菌、酵母、糸状菌、植物細胞、昆虫細胞、動物細胞などが挙げられる。具体例には、組換え HGF として、例えば、上記は乳動物由来の胎盤、肝障害患者肝組織及び血液、MRC-5 細胞、IMR-9 細胞などの線維芽細胞株、あるいは特開平3-285693号公報に記載された方法に従い hHGF をコードする cDNA を含む発現ベクターを CHO 細胞等の宿主に導入した產生株などから得られたものを挙げることができる。10

また、HGF としては、シグナル配列を有する蛋白質などの前駆体蛋白質や、肝実質細胞を増殖させる活性を損なわない範囲において一部のアミノ酸を置換、欠失、及び / 又は挿入した修飾蛋白質や糖類を欠失又は置換した改变体を用いてもよい。改变体としては、例えば、特開平2-288899号公報、WO90/10651号公報、特開平3-130091号公報、同3-255096号公報、同4-30000号公報、Nature, 342, 440-443(1989)等に記載されたものを挙げることができる。

本発明の凍結乾燥製剤に好適に用いられる HGF として、以下の理化学的性質を有する蛋白性因子を挙げることができる。また HGF はヒト由来のものであることが好ましく、特に好ましい HGF として、特開平3-72883号公報及び特開平4-89499号公報に記載のアミノ酸配列で表されるものを挙げることができる。20

1) SDS-PAGE (非還元条件下) による推定分子量が約 76,000 ~ 92,000 である。

2) 肝実質細胞を増殖させる活性を有する、及び

3) ヘパリンに対して強い親和性を有する。

さらに、好ましい HGF は、上記の理化学的性質に加えて、

4) 80、10 分間の加熱処理により上記活性が失活する、及び

5) トリプシンによる消化処理及びキモトリプシンによる消化処理により上記活性が失活する、30

を有する。

HGF、緩衝剤、及び塩化ナトリウムの 3 成分を含む HGF 凍結乾燥製剤 (特開平6-247872号公報又は特開平9-25241号公報に記載のもの : HGF 濃度は 5 ~ 20 mg / mL) において、HGF の沈殿などの問題を回避するために HGF の含有量を低下させると、凍結乾燥工程において良好なケーキが得られないという問題があり、さらに、上記 3 成分から得られた凍結乾燥製剤を再溶解した水溶液では、凝集、白濁、ゲル化が認められ、十分な物理化学的安定性を達成できないという問題もある。従って、凍結乾燥により良好なケーキ形状を与え、かつ長期間の保存安定性に優れた水溶液を製造できる凍結乾燥製剤を調製するためには、ケーキ形成性および水溶液における保存安定性の改善を目的とした添加剤の添加が必須である。

本発明の凍結乾燥製剤は、HGF を 5 mg / mL 未満の濃度で含む水溶液から調製され、及び / 又は凍結乾燥製剤から製造される水溶液が HGF を 5 mg / mL 未満の濃度で含むように調製される。好ましくは、凍結乾燥前及び / 又は再溶解後の水溶液が、注射剤として望ましい pH と、生体とほぼ等張又は注射剤の浸透圧比として許容される浸透圧比 (1 ~ 2) を有するように調製することができる。本発明の凍結乾燥製剤は、保存安定性に優れるという特徴を有している。また、凍結乾燥工程により良好な凍結乾燥ケーキを形成することができ、凍結乾燥製剤を再溶解した水溶液では、凝集、白濁、ゲル化などの問題がなく、十分な物理化学的安定性を達成できるという特徴がある。さらに、臨床適用した場合には、所望の薬理作用を十分に発揮することができる。40

安定化剤としては、アルギニン；リジン；ヒスチジン；グルタミン；プロリン；グルタミン酸；アスパラギン酸；ヘパリン、コンドロイチン硫酸、デルマタン硫酸、ヘパラン硫酸50

、ケタラン硫酸、デキストラン硫酸等の硫酸化多糖類；およびこれらの薬理上許容される塩を挙げることができる。薬理上許容される塩としては、ナトリウム塩、カリウム塩等のアルカリ金属塩等を挙げることができる。これら安定化剤は、二種類以上を組み合わせて用いてもよい。好ましい安定化剤としては、アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸、アスパラギン酸等を挙げができる。これらのうち、アルギニン、リジン、ヒスチジン、又はこれらの組み合わせが特に好ましい。安定化剤の添加量は、HGFの保存安定性を達成できる量であれば特に制限はされないが、好ましくはHGFの重量に対して0.01～100倍の重量であり、特に好ましくは0.1～30倍の重量が挙げられる。
緩衝剤としては、凍結乾燥前及び再溶解後の水溶液のpHを調整し、HGFの溶解性を保つ作用を有するものであれば特に限定されないが、例えば、リン酸バッファー、クエン酸バッファー、酢酸バッファーなどを用いることができる。緩衝剤として、好ましくは、リン酸バッファーを用いることができ、特に好ましくはリン酸ナトリウムバッファーを用いることができる。緩衝剤の添加量は、例えば、再溶解後の水量に対して1～100mM程度である。

塩化ナトリウムは、凍結乾燥前及び再溶解後の水溶液においてHGFの溶解性を向上させるが、必要以上に添加すると浸透圧を高めるので好ましくない。一般的には、生体と等張となるような浸透圧を達成できる量を添加すればよく、特に注射剤の浸透圧比として許容される浸透圧比1～2が好ましく、例えば再溶解後の水量に対して140mMとすることが好ましい。

HGFは、中性pHにおいてHGFの等電点(pI=7～8)と重なるために溶解度が急激に低下するという問題を有している。例えば、140mM塩化ナトリウムを含有する10mMリン酸ナトリウム緩衝液(PBS；室温)においてpH7.0～7.5付近では1.0mg/mL弱の低い溶解度を示すが、pH5.0付近では5mg/mL以上の溶解度を示し、HGFの溶解度は低pH側で高くなる。また、塩化ナトリウム濃度0.14MではHGFの溶解度は1mg/mL程度であり、0.3M以上とするとHGFは5mg/mL以上の濃度で溶解する。従って、HGFの溶解度を上昇させるためには、pHを5以下の酸性条件とするか、あるいは塩化ナトリウム濃度を0.3M以上に上げることも考えられる。本発明の製剤においては、凍結乾燥前及び／又は再溶解後の水溶液のpHを弱酸性領域、具体的にはpH4.0～6.5、好ましくはpH5.0～6.5に調整することが好ましい。このようなpH領域においては、重合体生成が抑制される。

本発明のHGF凍結乾燥製剤には、さらに界面活性剤を添加することが望ましい。HGFは容器の材質であるガラスや樹脂などに吸着しやすく、特に低濃度においてはHGFの容器への吸着は投与薬液中の薬物含量の低下につながる。界面活性剤を添加することによって、再溶解後のHGFの容器への吸着を防止することができる。界面活性剤としては、例えば、ポリソルベート80、ポリソルベート20、HCO-40、HCO-60、ブルロニックF-68、ポリエチレングリコール等の非イオン性界面活性剤を挙げることができ、これらを二種以上組み合わせて用いてもよい。界面活性剤として特に好ましくは、ポリオキシエチレンエーテル系界面活性剤(ポリソルベート80等)を用いることができる。界面活性剤の添加量は、例えば、再溶解後の水重量に対して0.001～2.0%の範囲である。

本発明のHGF凍結乾燥製剤は、HGFを含有する水溶液を通常の方法で凍結乾燥することにより製造できる。例えば、HGF、安定化剤、塩化ナトリウム、及び緩衝剤を注射用蒸留水に溶解し、必要に応じて界面活性剤を添加した後、濾過滅菌してバイアル又はアンプル等の容器に分注して凍結乾燥することができる。本発明のHGF凍結乾燥製剤は、製剤化に必要な他の添加剤、例えば、酸化防止剤、防腐剤、賦形剤、無痛化剤などを含んでいてもよい。凍結乾燥方法としては、例えば、(1)常圧下で冷却凍結する凍結過程、(2)溶質に拘束されない自由水を減圧下で昇華乾燥する一次乾燥過程、(3)溶質固有の吸着水や結晶水を除去する2次乾燥過程の3つの単位操作による方法が挙げられるが(P harm. Tech. Japan, 8(1), 75-87, 1992)、本発明の凍結乾燥製剤の製造方法はこの方法に限定されることはない。本発明の凍結乾燥製剤は、使用に

10

20

30

40

50

際して、HGF濃度が5mg/mL未満となるように注射用蒸留水などの溶媒を加えて溶解すればよい。

実施例

以下、実施例を挙げて本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

例1：低濃度HGF凍結乾燥製剤の作製（比較例）

140mM塩化ナトリウム、0.01%ポリソルベート80を含有する10mMリン酸緩衝液（pH6.5）にHGF 1mg/mLとなるように溶解し、無菌濾過した後にHGF水溶液を得る。本水溶液のpHを調整した後に、無菌的にバイアル瓶に2mLずつ充填し、表1に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度HGF凍結乾燥製剤を得ることができる。なお、表中「」は、温度を変化させることを示す。10

表1

	凍結過程			一次乾燥過程		二次乾燥過程	
	温度(°C)	20→ -40	-40	-40→ -20	-20	-20→ 20	20
時間(Hr)	1	5	3	48	2	24	
圧力(mmHg)	760	760	<1	<1	<1	<1	

例2：低濃度HGF凍結乾燥製剤の作製（比較例）

140mM塩化ナトリウム、0.01%ポリソルベート80を含有する10mMリン酸緩衝液（pH6.5）にHGF 5mg/mLとなるように加温溶解し、無菌濾過した後にHGF水溶液を得る。本水溶液のpHを調整した後に、無菌的にバイアル瓶に2mLずつ充填し、表1に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度HGF凍結乾燥製剤を得ることができる。20

例3：高濃度HGF凍結乾燥製剤の作製（比較例）

140mM塩化ナトリウム、100mMアルギニン、0.01%ポリソルベート80を含有する10mMリン酸緩衝液（pH6.5）にHGF 10mg/mLとなるように溶解し、無菌濾過した後にHGF水溶液を得る。本水溶液のpHを調整した後に、無菌的にバイアル瓶に2mLずつ充填し、表1に示す条件に従って凍結乾燥して、高濃度HGF凍結乾燥製剤を得ることができる。30

例4：低濃度HGF凍結乾燥製剤の作製（比較例）

300mM塩化ナトリウム、0.01%ポリソルベート80を含有する10mMクエン酸緩衝液（pH5.0）にHGF 1mg/mLとなるように溶解し、無菌濾過した後にHGF水溶液を得る。本水溶液のpHを調整した後に、無菌的にバイアル瓶に2mLずつ充填し、表1に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度HGF凍結乾燥製剤を得ることができる。

例5：低濃度HGF凍結乾燥製剤の作製（比較例）

300mM塩化ナトリウム、5%グリシン、0.01%ポリソルベート80を含有する10mMクエン酸緩衝液（pH5.0）にHGF 1mg/mLとなるように溶解し、無菌濾過した後にHGF水溶液を得る。本水溶液のpHを調整した後に、無菌的にバイアル瓶に2mLずつ充填し、表1に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度HGF凍結乾燥製剤を得ることができる。40

例6：低濃度HGF凍結乾燥製剤の作製（比較例）

300mM塩化ナトリウム、5%アラニン、0.01%ポリソルベート80を含有する10mMクエン酸緩衝液（pH5.0）にHGF 1mg/mLとなるように溶解し、無菌濾過した後にHGF水溶液を得る。本水溶液のpHを調整した後に、無菌的にバイアル瓶に2mLずつ充填し、表1に示す条件に従って凍結乾燥して、低濃度HGF凍結乾燥製剤を得ることができる。50

例 7：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニンを含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）に HGF 1 mg / mL となるように溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。この製剤は使用時に 2 mL の注射用蒸留水に溶解することにより HGF を 1 mg / mL 含有し、注射剤として許容される pH および浸透圧比（1.5；ほぼ等張）を有する注射液とすることができる。

例 8：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）に HGF 1 mg / mL となるように溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

10

例 9：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）に HGF 2 mg / mL となるように溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

20

例 10：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）に HGF 3 mg / mL となるように溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 11：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）に HGF 4 mg / mL となるように溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

30

例 12：低濃度凍結乾燥製剤の作製（比較例）

140 mM 塩化ナトリウム、100 mM アルギニン、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）に HGF 5 mg / mL となるように溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様の条件により低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 13：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8において、10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）の代わりに 10 mM リン酸緩衝液（pH 6.0）を用いて、HGF 1 mg / mL となるように溶解し、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

40

例 14：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8において、10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）の代わりに 10 mM リン酸緩衝液（pH 5.5）を用いて、HGF 1 mg / mL となるように溶解し、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 15：低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8において、10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）の代わりに 10 mM リン酸緩衝液（pH 5.0）を用いて、HGF 1 mg / mL となるように溶解し、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

50

例 1 6 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）の代わりに 10 mM リン酸緩衝液（pH 7.2）を用いて、HGF 1 mg / mL となるように溶解し、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 7 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、10 mM リン酸緩衝液（pH 6.5）の代わりに 10 mM リン酸緩衝液（pH 7.0）を用いて、HGF 1 mg / mL となるように溶解し、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 1 8 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、100 mM アルギニンの代わりに 50 mM アルギニンを用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。 10

例 1 9 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、アルギニンの代わりにリジンを用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができる。

例 2 0 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、アルギニンの代わりにヒスチジンを用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができます。

例 2 1 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、アルギニンの代わりにグルタミンを用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができます。 20

例 2 2 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、アルギニンの代わりにシステインを用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができます。

例 2 3 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、アルギニンの代わりにプロリンを用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができます。

例 2 4 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、アルギニンの代わりにグルタミン酸ナトリウムを用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができます。

例 2 5 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、アルギニンの代わりにアスパラギン酸ナトリウムを用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができます。 30

例 2 6 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、アルギニンの代わりにグリシンを用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができます。

例 2 7 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

例 8 において、バイアル瓶への充填量 21 mL の代わりに 5 mL を用いて、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができます。

例 2 8 : 低濃度凍結乾燥製剤の作製（本発明）

140 mM 塩化ナトリウム、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液（pH 6.5）にデキストラン硫酸ナトリウム 50 mg / mL および HGF 1 mg / mL となるように溶解し、無菌濾過した後に HGF 水溶液を得る。本水溶液の pH を調整した後に、無菌的にバイアル瓶に 2 mL ずつ充填し、例 1 の凍結乾燥の条件と同様な条件により低濃度 HGF 凍結乾燥製剤を得ることができます。 40

試験例 1 : HGF の溶解度に関する評価

(1) HGF の溶解度の評価方法

HGF をポリプロピレン製チューブに秤量し、種々の濃度の塩化ナトリウムおよび安定化剤、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液を添加後、直ちにチューブを一定温度に 24 時間保持し、HGF を溶解した。溶解後直ちに遠心分離（15,000 rpm、10 分間、一定温度）を行い、HGF 飽和溶液と未溶解 HGF 50

を完全に分離し、上清をサンプリングした。低タンパク吸着性フィルター；ミリポア G V (親水性デュラポア；0.22 μm) で濾過し、得られた飽和溶液中の HGF 濃度を HPLC 法 (ゲル濾過法) により定量し、HGF の飽和溶解度を求めた。

HPLC による分析条件

カラム：TOSOH TSK G - 3000 SWXL (0.78 × 30 cm) 流速：0.3 mL/min

検出波長：OD 280 nm

温度：30

キャリアー：0.3 M NaCl, 50 mM Phosphate Na, 0.1% SDS, pH 7.5

10

アプライ：50 μl

HGF の保持時間：24.0 min

(2) HGF の溶解度におよぼす pH の影響

140 mM 塩化ナトリウム、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液で、pH の異なる溶液を調製し、4 および 20 における HGF の溶解度を (1) の方法で検討し、その結果を表 2 に示した。pH の低下に伴い、HGF の溶解度は徐々に増加し、pH 5.0 以下で顕著な溶解度の向上が確認された。また、いずれの場合も温度上昇に依存した溶解度の増加を認めた。

表2

20

	20°C	4°C
pH 7.5	0.8	0.4
pH 7.0	1.8	1.0
pH 6.0	2.3	1.3
pH 5.0	5.9	4.2

30

(HGF の溶解度を mg/mL で示した)

(3) HGF の溶解度におよぼす塩化ナトリウム濃度の影響

種々の濃度の塩化ナトリウム、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液 (pH 7.5) を調製し、4 および 20 における HGF 溶解度を (1) の方法で検討し、その結果を表 3 に示した。塩化ナトリウム濃度を上昇させるにしたがって、HGF の顕著な溶解度の増加を認めた。また、いずれの場合にも、温度上昇に依存した HGF の溶解度の増加を認めた。

表3

	20°C	4°C	
無添加	0.3	0.1	
+ 140 mM NaCl	0.8	0.4	
+ 230 mM NaCl	3.2	1.4	10
+ 300 mM NaCl	8.5	4.0	
+ 900 mM NaCl	> 190	—	

(HGFの溶解度を mg/mL で示した)

(4) HGF の溶解度におよぼす各種安定化剤の影響

各種医薬品添加剤の HGF 溶解度におよぼす影響について検討した。種々の濃度の添加剤、140 mM 塩化ナトリウム、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液 (pH 6.8 ~ 7.5) に、HGF 1 mg / mL となるように溶解し、HGF 水溶液を得た。96 穴マイクロタイタープレートに各ウェルあたり 200 μL ずつ分注し、4 ℃ にて 48 時間保存した後、プレートリーダーにて OD 450 nm を測定し HGF 水溶液の濁度を求めた。HGF の溶解度が低下し、HGF が凝集・沈澱するにともない溶液の濁度が上昇した。

添加物として、L-アミノ酸 20 種類（アルギニン、リジン、ヒスチジン、セリン、スレオニン、アスパラギン、グルタミン、アスパラギン酸ナトリウム、グルタミン酸ナトリウム、システイン、グリシン、プロリン、アラニン、イソロイシン、ロイシン、メチオニン、フェニルアラニン、チロシン、トリプトファン、バリン）、糖類 7 種類（マンニトール、果糖、トレハロース、ブドウ糖、ソルビトール、ショ糖、乳糖）、高分子類 3 種類（デキストラン硫酸、デキストラン、PEG）、タンパク質類 3 種類（ヒト血清アルブミン、酸性ゼラチン、塩基性ゼラチン）、界面活性剤 3 種類（ポリソルベート 80、ポリソルベート 20、HCO-40、HCO-60）について HGF の溶解度におよぼす影響を評価したところ、下記の物質に HGF の溶解度を保持する安定化作用が認められた。

1 アミノ酸類；アルギニン、リジン、ヒスチジン、グルタミン酸ナトリウム、アスパラギン酸ナトリウム、グルタミン、システイン、プロリン (0.05 M で効果が確認された)

2 多糖類；デキストラン硫酸 (0.1% で効果が確認された)

顕著な効果が認められたアミノ酸について、種々の濃度のアミノ酸、140 mM 塩化ナトリウム、0.01% ポリソルベート 80 を含有する 10 mM リン酸ナトリウム緩衝液 (pH 7.0) を調製し、4 ℃ における HGF の溶解度を (1) の方法で検討し、その結果を表 4 に示した。

10

20

30

40

表4

		飽和溶解度	浸透圧比
添加剤なし		1. 0	1. 0
+L-Arg	50 mM	7. 3	1. 3
+L-Lys	50 mM	4. 5	1. 3
+L-His	50 mM	3. 2	1. 2
+L-GluNa	50 mM	2. 2	1. 3
+L-Arg	100 mM	>10	1. 6
+L-Lys	100 mM	>10	1. 6
+L-His	100 mM	4. 8	1. 4
+L-GluNa	100 mM	3. 2	1. 6

(HGFの溶解度を mg/mL で示した)

試験例 2

凍結乾燥前後の HGF 水溶液の性状

凍結乾燥過程における HGF の物理的安定性の変化を確認するため、凍結乾燥前の HGF 水溶液及び凍結乾燥後そのまま精製水で再溶解した HGF 水溶液を、4 にて 24 時間保存後、溶解後の溶液の性状（濁り）を目視により観察した。凍結乾燥製剤の再溶解にかかる時間および浸透圧比についても評価した。その結果を表 5 に示す。

実施例 1 および 22 の製剤において、凍結乾燥製剤を再溶解した後に 4 にて 24 時間保存することにより白濁したが、その他の実施例の製剤の性状に関しては安定であった。

表 5

製剤	凍結乾燥前の水溶液	再溶解後の水溶液	浸透圧比
実施例 1	白濁	瞬時、白濁	1.0
実施例 4	澄明	瞬時、澄明	2.0
実施例 5	澄明	溶けづらい、澄明	4.0
実施例 6	澄明	溶けづらい、澄明	3.9
実施例 8	澄明	瞬時、澄明	1.5
実施例 19	澄明	瞬時、澄明	1.6
実施例 20	澄明	瞬時、澄明	1.4
実施例 21	澄明	瞬時、澄明	1.3
実施例 22	澄明	溶けづらい、白濁	1.7
実施例 23	澄明	瞬時、澄明	1.3
実施例 24	澄明	瞬時、澄明	1.5
実施例 25	澄明	瞬時、澄明	1.5
実施例 26	澄明	瞬時、澄明	1.3
実施例 28	澄明	瞬時、澄明	1.3
試験例 3			30

凍結乾燥製剤溶解後の性状

実施例で作製した凍結乾燥製剤を、凍結乾燥直後および 25 、 40 、 50 にて 1 ヶ月間保存後、再溶解にかかる時間、再溶解後の溶液の性状（濁り）を評価した。凍結乾燥製剤の溶解は精製水で行い、室温にて性状を評価した。その結果を表 6 に示す。

25 保存において、実施例 22 の製剤において、凍結乾燥製剤を再溶解直後に白濁したが、その他のいずれの実施例の製剤も性状に関して安定であった。また、 40 および 50 の保存においては、実施例 1, 22, 23, 24 および 25 の製剤は溶解直後に白濁したが、その他のいずれの実施例の製剤も性状に関して安定であった。

表6

製剤	1ヶ月保存品		
	25°C	40°C	50°C
実施例 1	瞬時、澄明	瞬時、白濁	瞬時、白濁
実施例 4	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 5	溶けづらい、澄明	溶けづらい、澄明	溶けづらい、澄明
実施例 6	溶けづらい、澄明	溶けづらい、澄明	溶けづらい、澄明
実施例 8	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 19	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 20	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 21	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 22	溶けづらい、白濁	溶けづらい、白濁	溶けづらい、白濁
実施例 23	瞬時、澄明	瞬時、白濁	瞬時、白濁
実施例 24	瞬時、澄明	瞬時、白濁	瞬時、白濁
実施例 25	瞬時、澄明	瞬時、白濁	瞬時、白濁
実施例 26	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
実施例 28	瞬時、澄明	瞬時、澄明	瞬時、澄明
試験例 4			

凍結乾燥製剤における重合体含量変化

実施例で作製した凍結乾燥製剤を、凍結乾燥直後（イニシャル）、および 25 、 40 、 50 にて 1 ヶ月間保存し、その凍結乾燥製剤に含まれる重合体含量と HGF 含量の比を測定した。試験例 1 (1) の方法（ゲル濾過法）を使用した。その結果を表 7 および表 8 に示す。

重合体の保持時間： 20.4 min , 21.8 min

HGF の保持時間： 24.0 min

保存温度の上昇にともない重合体生成に増加傾向が観察されるものの、特に実施例 8 , 19 および 20 の凍結乾燥製剤は重合体の生成は極端に少なく物理化学的に安定であった。アルギニン、リジンおよびヒスチジンを添加することにより、高温保存しても重合体の生成は少なく（重合体生成率： 40 において約 3 % 以下、 50 において約 5 ~ 9 % 以下）、保存安定性が向上することが判明した。また、比較例として、アルギニンを含まない点以外は同様な成分及び方法により調製されている実施例 1 の凍結乾燥製剤を用いて同様な試験を実施したが、保存温度の上昇に伴い重合体生成の大幅な増加が観察された。

また表 8 に示されるように、 HGF 濃度を低濃度化（ 5 mg / mL 未満）することにより、重合体生成は促進され、保存安定性が低下することが示された。凍結乾燥製剤の安定化剤として特開平 9 - 25411 号公報に記載されたグリシンおよびアラニンを用いた場合には、高濃度 HGF 凍結乾燥製剤（特開平 9 - 25411 号公報の実施例 5 および 6 : 20 mg / mL ）に比べ、低濃度 HGF 凍結乾燥製剤（実施例 5 , 6 および 26 : 1 mg /

m L) では重合体生成が促進され、保存安定性が低下することが判明した。

一方、凍結乾燥製剤の安定化剤としてアルギニン、リジンおよびヒスチジンを用いた実施例 8 , 19 および 20 の凍結乾燥製剤は、低濃度 H G F 凍結乾燥製剤 (1 m g / m L) でも重合体の生成が顕著に抑制され、保存安定性が向上することが示された。

表 7

製剤	イニシャル	1ヶ月保存品			10
		25°C	40°C	50°C	
実施例 1	0.48	5.50	24.27	40.63	
実施例 4	0.35	0.48	3.80	11.24	
実施例 5	0.31	0.69	4.40	9.58	
実施例 6	0.30	0.54	3.20	9.53	
実施例 8	0.30	0.11	0.18	0.60	
実施例 19	0.31	0.16	1.74	4.48	20
実施例 20	0.31	0.18	0.28	0.88	
実施例 21	0.31	0.54	2.77	16.89	
実施例 22	—	—	—	—	
実施例 23	0.32	0.31	3.24	11.24	
実施例 24	0.32	2.19	4.90	6.39	
実施例 25	0.34	1.11	4.80	7.73	30
実施例 26	0.36	0.33	6.21	22.66	
実施例 28	2.74	3.48	13.30	32.87	
実施例 1 *	1.07			6.17	
実施例 5 *	0.92			4.09	
実施例 6 *	0.93			2.90	
実施例 9 *	1.78			14.01	40

* 特開平 9-25241 号公報の表 4 及び表 6 からの引用

表8

製剤 50°Cで1ヶ月保存の凍結乾燥製剤
 の重合体含量/HGF含量

[アミノ酸を含有しない製剤]

実施例1 (HGF 1 mg/mL)	40.63	10
実施例4 (HGF 1 mg/mL)	11.24	
実施例9* (HGF 10 mg/mL)	14.01	
実施例1* (HGF 20 mg/mL)	6.17	

[グリシンを含有する製剤]

実施例5 (HGF 1 mg/mL)	9.58	
実施例5* (HGF 20 mg/mL)	4.09	20

[アラニンを含有する製剤]

実施例6 (HGF 1 mg/mL)	9.53
実施例6* (HGF 20 mg/mL)	2.90

* 特開平9-25241号公報の表4及び表6からの引用

試験例5

凍結乾燥製剤における重合体含量変化 - pHの重合体生成に与える影響

実施例8, 13, 14, 16及び17で調製した各種pHを有する凍結乾燥製剤を、凍結直後(イニシャル)および50にて1ヶ月間、2ヶ月間、3ヶ月間保存した後に、その凍結乾燥製剤に含まれる重合体含量とHGF含量の比を測定した。試験例1(1)の方法(ゲル濾過法)を使用した。その結果を表9に示す。

重合体の保持時間; 20.4 min, 21.8 min

HGFの保持時間; 24.0 min

pH 7.0および7.2を有する実施例16および17の凍結乾燥製剤は、50の保存において経時に重合体生成が増大するものの、pH 6.5以下のpHを有する実施例8, 13および14の製剤では重合体の生成は少なく、弱酸性のpHにおいて安定性が向上することが判明した。

表9

製剤	イニシャル	50°C保存品		
		1ヶ月保存	2ヶ月保存	3ヶ月保存
実施例14 (pH5.5)	0.48	0.38	0.56	0.76
実施例13 (pH6.0)	0.35	0.91	0.51	1.31
実施例8 (pH6.5)	0.31	1.40	1.58	1.28
実施例17 (pH7.0)	0.30	1.26	2.16	2.96
実施例16 (pH7.2)	0.30	5.64	7.63	12.71

試験例6

凍結乾燥製剤の生物活性変化（比活性）

実施例1, 8で作製した凍結乾燥製剤を、25、50にて2ヶ月間保存、あるいは10、25にて1.5年間保存し、その凍結乾燥製剤を再溶解した水溶液の生物活性を、下記に示す生物活性測定方法で測定した。その結果を表10に示す。

生物活性測定方法

ヒト肝細胞株P L C / P R F / 5を対数増殖期まで培養し、細胞生存率を確認後、 0.7×10^5 個/mLとなるように細胞溶液を調製する。HGFサンプル及び標準品を添加した96穴アッセイプレートに細胞溶液を $100 \mu\text{L}$ ずつ添加し、細胞数が 0.7×10^4 /ウェルとなるように播種した($n = 4$)。5%炭酸ガスインキュベータ内、37で20時間プレインキュベーション後、さらに、「 ^3H -チミジン」を添加し、6時間培養を続けた。培養完了後、ファルマシア社ベータプレートシステムを使用して、細胞の回収し、細胞内に取り込まれた「 ^3H 」量を測定した。測定結果を平行線検定法にかけ、HGFサンプルの比活性を標準品の比活性で除し、力価(%)を求めた。

実施例8のアルギニンを添加した凍結乾燥製剤においては、高温保存しても生物活性に殆ど変化はなく、生物活性の面で安定であった。また、比較例として、アルギニンを含まない点以外は同様な成分及び方法により調製されている実施例1の凍結乾燥製剤を用いて同様な試験を実施したが、保存温度の上昇に伴い生物活性の大軒な低下が観察された。

表10

	2ヶ月保存品		1.5年保存品	
	25°C	50°C	10°C	25°C
実施例1	64.5%	10.2%	—	—
実施例8	87.1%	71.0%	72.6%	66.1%

産業上の利用可能性

本発明の凍結乾燥製剤は、臨床上有用な低濃度のHGFを含む水溶液を調製可能であり、凍結乾燥時及び凍結乾燥後の保存時に重合体の生成が少なく、安定性に優れている。また、凍結乾燥時に良好なケーキ形成性を有し、再溶解性に優れるという特徴を有しており、注射剤として望ましいpHおよび浸透圧比を有する製剤として調製することも可能である。

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-040938(JP,A)
特開平09-025241(JP,A)
特開平04-018028(JP,A)
国際公開第98/047490(WO,A1)
国際公開第98/028007(WO,A1)
国際公開第97/004801(WO,A1)
特表平03-505334(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61K 38/22
A61K 9/19
A61K 47/02
A61K 47/18
CAplus/REGISTRY/MEDLINE/EMBASE/BIOSIS(STN)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)